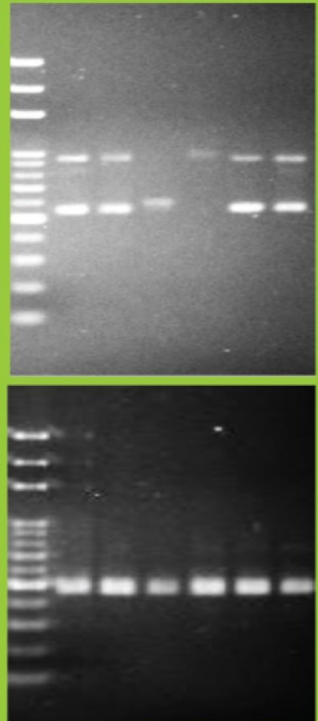


Zulfahmi

# KERAGAMAN PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO



Laboratorium Genetik dan Pemuliaan  
Fakultas Pertanian dan Peternakan  
UIN Sultan Syarif Kasim Riau



**KERAGAMAN PASAK BUMI  
DI HUTAN LARANGAN ADAT  
RUMBIO**

Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002, tentang Hak Cipta

PASAL 2

- (1) Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut perundang-undangan yang berlaku.

PASAL 72

- (1) Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000.00 (Satu Juta Rupiah), atau paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah).
- (2) Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000.00 (lima ratus juta rupiah).

**KERAGAMAN PASAK BUMI  
DI HUTAN LARANGAN ADAT  
RUMBIO**

**Zulfahmi**



**KERAGAMAN PASAK BUMI  
DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO**

Copyright © Zulfahmi

Tata Letak/Cover: Andik/Dewi  
Percetakan: CV Mulia Indah Kemala  
Cetakan pertama : Desember 2015

Penerbit :  
CV. ASA RIAU  
Jl. Kapas No. 16 Rejosari - Pekanbaru  
E-mail: asariau@yahoo.com

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-Undang  
Dilarang memperbanyak buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit  
ISBN: 978-602-1096-60-4

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah*, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas selesainya penulisan buku ini. buku ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, peneliti, instansi pemerintah, masyarakat adat Kenegerian Rumbio dan stakeholder lainnya. Dengan membaca buku ini, pembaca akan lebih mengenal Hutan Larangan Adat Kenegerian Rumbio dan Tanaman Pasak Bumi sehingga akan menstimulasi kita untuk selalu menjaga dan mempertahankan keberadaan hutan ini di masa depan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa dan dosen yang telah bekerjasama dalam melakukan kegiatan eksplorasi dan penelitian di hutan larangan Adat Rumbio. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pengelola Hutan Larangan Adat Rumbio atas diskusi terkait dengan Hutan Larangan Adat. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada M. Arskal Salim GP, MA, PhD yang telah memberi masukan untuk penyempurnaan buku ini.

Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih dari lubuk hati yang paling dalam kepada istri dan anak-anak penulis, dimana selama menulis buku ini perhatian terhadap mereka menjadi sangat minimum. Tanpa dukungan dan pengertian dari mereka, mustahil buku ini dapat diselesaikan. Penulis juga berterima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, Ditjen Pendidikan Islam Kementerian Agama yang telah memfasilitasi penerbitan buku ini pada tahun anggaran 2015.

Penulis menyadari dalam penulisan buku ini masih terdapat berbagai kelemahan dan kekurangan, menyadari hal itu, maka segala saran dan kritik yang bersifat menyempurnakan isi buku ini akan dihargai dan disambut dengan senang hati. Mudah-mudahan karya sederhana ini ada manfaatnya dan menjadi amal sholeh bagi penulis, Amin.

Pekanbaru, Desember 2015

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>BAB 2    MENGENAL    HUTAN    LARANGAN    ADAT              RUMBIO .....</b>	<b>5</b>
2.1    Pendahuluan .....	5
2.2    Masyarakat Hukum Adat Kenegerian Rumbio..	7
2.3    Hutan Adat Kenegerian Rumbio .....	10
2.4    Potensi Hutan Larangan Adat Rumbio.....	13
2.5    Pengelolaan Hutan Larangan Adat Rumbio.....	17
2.6    Permasalahan Hutan Larangan Adat Rumbio...	29
2.7    Daftar Pustaka .....	30

<b>BAB 3</b>	<b>BIOLOGI PASAK BUMI .....</b>	<b>31</b>
3.1	Klasifikasi pasak bumi.....	31
3.2	Penyebaran pasak bumi .....	32
3.3	Jenis-Jenis Pasak bumi .....	33
3.4	Daftar Pustaka .....	54
<b>BAB 4</b>	<b>JENIS PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO.....</b>	<b>57</b>
4.1	Pendahuluan.....	57
4.2	Jenis-Jenis Pasak Bumi .....	60
<b>BAB 5</b>	<b>KEPADATAN DAN POLA PENYEBARAN PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO.....</b>	<b>65</b>
5.1	Pendahuluan.....	65
5.2	Metode Sampling.....	68
5.3	Analisis Penentuan Pola Sebaran Spesies Dalam Populasi .....	72
5.4	Kepadatan dan Pola Penyebaran Pasak Bumi ..	78
5.5	Daftar Pustaka .....	81
<b>BAB 6</b>	<b>KERAGAMAN GENETIK PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO.....</b>	<b>83</b>
6.1	Pendahuluan.....	83
6.2	Penanda Genetik.....	85
6.3	Pengukuran Keragaman Genetik.....	99
6.4	Keragaman Genetik Pasak Bumi .....	102
6.5	Daftar Pustaka .....	107

<b>BAB 7 PENGEMBANGAN SUMBER BENIH PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO.....</b>	<b>117</b>
7.1 Pendahulaun.....	117
7.2 Pengertian Sumber Benih .....	119
7.3 Klasifikasi Sumber Benih .....	120
7.4 Kriteria Sumber Benih .....	121
7.5 Langkah-Langkah Penetapan Hutan Larangan Adat Sebagai Sumber Benih Pasak Bumi.....	131
7.6 Daftar pustaka.....	134
<b>BAB 8 PERBANYAKAN PASAK BUMI .....</b>	<b>137</b>
8.1 Pendahuluan .....	137
8.2 Perbanyak Pasak Bumi Dengan Biji.....	139
8.3 Perbanyak Pasak Bumi dengan Stek .....	151
8.4 Perbanyak Pasak Bumi Dengan Kultur Jaringan .....	155
8.5 Daftar Pustaka .....	165
<b>BAB 9 PENUTUP .....</b>	<b>167</b>
9.1 Kesimpulan.....	167
9.2 Saran .....	168
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>169</b>
<b>PROFIL PENULIS .....</b>	<b>175</b>





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta lokasi hutan larangan adat Rumbio.....	11
Gambar 2.2	Kondisi vegetasi hutan larangan adat Rumbio.....	12
Gambar 2.3	Flora di hutan larangan adat Rumbio ...	15
Gambar 3.1	Penyebaran pasak bumi.....	32
Gambar 3.2	<i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	35
Gambar 3.3	Bunga <i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	36
Gambar 3.4	Penampang lintang batang <i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	39
Gambar 3.5	Anatomi akar <i>Eurycoma longifolia</i> Jack...	40
Gambar 3.6	Anatomi midrib <i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	41
Gambar 3.7	Anatomi bagian tangkai daun dan petiole <i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	42
Gambar 3.8	Jenis-jenis senyawa bioaktif dari <i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	44
Gambar 3.9	Jenis-jenis senyawa bioaktif dari <i>Eurycoma longifolia</i> Jack.....	45

Gambar 3.10.	<i>Eurycoma apiculata</i> koleksi C.F Symington .....	47
Gambar 3.11	<i>Eurycoma apiculata</i> dari H.N. Riddey 1922-1925 .....	48
Gambar 3.12	Anatomi midrib <i>Eurycoma apiculata</i> .....	49
Gambar 3.13	Anatomi bagian tangkai daun dan petiole <i>Eurycoma apiculata</i> .....	50
Gambar 3.14	<i>Eurycoma harmandiana</i> Pierre.....	52
Gambar 3.15	Jenis-jenis senyawa bioaktif dari <i>Eurycoma harmandiana</i> .....	53
Gambar 4.1	Tanaman Pasak bumi betina.....	61
Gambar 4.2	Tanaman Pasak bumi jantan.....	62
Gambar 4.3	Rata-rata panjang dan diameter anak daun pasak bumi jantan dan pasak bumi betina.....	63
Gambar 4.4	Hebarium pasak bumi jantan dan pasak bumi betina.....	64
Gambar 5.1	Model pola penyebaran spesies di Alam...	67
Gambar 5.2	Metode plotless sampling .....	71
Gambar 5.3	Model plot pengamatan .....	79
Gambar 6.1	Hasil amplifikasi RAPD dengan primer OPT-07, OPD-08, OPO-13 dan OPO-16....	104
Gambar 6.2	Dendogram UPGMA pasak bumi .....	106
Gambar 7.1	Tegakan benih teridentifikasi.....	122
Gambar 7.2	Tegakan benih terseleksi.....	123
Gambar 7.3	Areal produksi benih.....	124
Gambar 7.4	Tegakan benih provenan.....	127
Gambar 7.5	Kebun benih semai.....	128
Gambar 7.6	Kebun benih klon.....	129
Gambar 7.7	Kebun pangkas.....	130
Gambar 7.8	Kandidat Pohon Induk Pasak Bumi di Hutan Larangan Adat Rumbio.....	133

Gambar 8.1	Morfologi buah pasak bumi .....	141
Gambar 8.2	Contoh benih pasak bumi .....	142
Gambar 8.3	Persentase kecambah benih pasak bumi.....	148
Gambar 8.4	Tipe perkecambahan pasak bumi .....	151
Gambar 8.5	Penampilan stek pucuk pasak bumi .....	155
Gambar 8.6	Pengaruh jenis auksin induksi tunas adventif pasak bumi .....	161
Gambar 8.7	Eksplan akar dan batang pasak bumi berhasil membentuk tunas adventif.....	163
Gambar 8.8	Tanaman lengkap pasak bumi hasil perbanyakan secara in vitro.....	164



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis-jenis satwa yang ditemukan di hutan larangan adat Rumbio.....	13
Tabel 2.2	Jenis-jenis insekta yang telah diidentifikasi di hutan larangan adat Rumbio.....	14
Tabel 2.3	Jenis-jenis flora yang telah teridentifikasi di hutan larangan adat Rumbio.....	16
Tabel 2.4	Strategi perlindungan hutan di Hutan Adat Kenegarian Rumbio .....	27
Tabel 5.1	Ringkasan kelebihan dan kekurangan penetapan lokasi sampling .....	69
Tabel 5.2	Jumlah individu pasak bumi yang ditemukan dan kepadatannya.....	80
Tabel 5.3	Indeks Morisita dan Pola sebaran pasak bumi. ....	81
Tabel 6.1	Indek keragaman genetik Pasak Bumi .....	105
Tabel 8.1	Persentase stek hidup, berakar, panjang akar dan jumlah akar .....	154





# BAB I

## PENDAHULUAN

*Ghimbo langhangan* atau Hutan Larangan adat Kenegerian Rumbio merupakan salah satu tanah ulayat yang dikuasai dan dikelola oleh masyarakat adat Kenegerian Rumbio dan telah diakui keberadaannya oleh Pemerintah Kabupaten Kampar. Keberadaan hutan larangan ini berkaitan dengan marwah, tuah negeri, sejarah, jati diri dan keberadaan masyarakat adat Kenegerian Rumbio dan sekaligus merupakan bukti fisik kedaulatan penghulu adat Kenegerian Rumbio terhadap suatu wilayah (ulayat). Sampai saat ini informasi mengenai hutan larangan adat belum banyak diungkap, baik dari potensi ekologi, flora dan fauna yang tersimpan di dalamnya, maupun aspek pengelolaan hutan larangan adat ini. selama ini, sistem pengelolaan dan perlindungan hutan larangan ini menggunakan tatacara dan norma-norma adat yang telah ada sejak lama di masyarakat Kenegerian Rumbio, ternyata ampuh dalam mempertahankan kelestarian hutan ini, serta sekaligus membuktikan bahwa pengelolaan hutan yang melibatkan masyarakat lokal disekitar hutan dan kearifan lokal yang ada dapat mencegah degradasi kawasan hutan ini dari ancaman-acaman yang akan menurunkan fungsi hutan tersebut.

Salah satu tumbuhan obat potensial dan bernilai ekonomi tinggi yang ada di hutan larangan adat Rumbio adalah tanaman pasak bumi. Ekstrak bahan kimia dari tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk pengobatan berbagai penyakit, seperti malaria, mencegah kanker payudara, meningkatkan vitalitas pria, mencegah osteoporosis dan juga sebagai insektisida. Sampai saat ini, belum diketahui ada berapa jenis pasak bumi yang ada di hutan larangan adat, bagaimana pola sebarannya dan bagaimana tingkat keragaman genetiknya belum banyak dilaporkan khususnya di Hutan larangan adat Rumbio. Mengingat besarnya potensi pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio ini, karena hampir di seluruh kawasan hutan ini banyak dijumpai tanaman pasak bumi, baik ukuran semai, pancang, tiang maupun pohon. Apakah mungkin kedepannya hutan larangan adat ini dapat dijadikan atau ditunjuk sebagai sumber benih pasak bumi serta bagaimana metode perbanyakan tanaman pasak bumi yang dapat dilakukan. Buku ini akan membahas semua poin-poin diatas secara jelas berdasarkan kajian penelitian yang telah dilakukan dan studi literatur yang ada.

Tujuan utama buku ini adalah untuk:

- a. Mengetahui kondisi, potensi dan sistem pengelolaan hutan larangan adat Kenegerian Rumbio;
- b. Mengetahui jenis-jenis pasak bumi apa yang ada di hutan larangan adat Rumbio;
- c. Mengetahui kepadatan, pola sebaran dan tingkat keragaman pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio;
- d. Melihat kemungkinan untuk menjadikan hutan larangan adat sebagai sumber benih pasak bumi; dan
- e. Mengetahui metode perbanyakan tanaman pasak bumi.

Ruang lingkup tulisan ini terfokus pada hutan larangan adat Rumbio dan system pengelolaannya serta kajian-kajian mengenai pasak bumi yang telah dilakukan.

Untuk mencapai tujuan diatas, penulis mengelaborasi hasil-hasil penelitian eksploratif pasak bumi di hutan larangan adat yang telah penulis lakukan sejak tahun 2010 - sekarang, kemudian juga didasarkan pada hasil diskusi dan wawancara dengan pengelola hutan larangan adat yang meliputi, ninik mamak, kepala dusun, Yayasan Pelopor Kehati dan tokoh masyarakat yang memahami hutan larangan adat. Selama kegiatan eksplorasi, penulis juga melakukan pengambilan sampel pasak bumi dari hutan larangan adat untuk dianalisis secara molekular di Laboratorium Genetika

dan Pemuliaan, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau. Pendekatan Studi literatur juga penulis lakukan untuk mencapai tujuan penulisan buku ini.

Buku ini terdiri dari sembilan bab, Bab 1 yang sedang anda baca berisikan latar belakang secara umum, tujuan dan ruang lingkup penulisan buku ini. Bab 2 mendeskripsikan tentang hutan larangan adat Kenegarian Rumbio, potensi dan sistem pengelolaan yang dilakukan selama ini. Di Bab 3 akan dibahas mengenai biologi pasak bumi, yang meliputi, jenis, distribusi, morfologi, kandungan bioaktifnya. Jenis-jenis pasak bumi yang ada di hutan larangan adat akan diuraikan pada Bab 4. Pada Bab 5, penulis akan mendeskripsikan kepadatan dan pola penyebaran pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio dan di Bab 6 akan dijelaskan tingkat keragaman genetik pasak buminya, di sini penulis juga mengulas parameter dan penanda genetik yang dapat digunakan untuk analisis genetik tanaman, isi bab ini sebagian telah dipublikasikan di jurnal ilmiah. Pada Bab 7 akan diuraikan hal-hal yang terkait dengan pengembangan sumber benih pasak bumi, yang meliputi klasifikasi sumber benih, kriteria sumber benih, dan langkah-langkah penetapan hutan larangan adat Rumbio sebagai sumber benih pasak bumi. Pada Bab 8, penulis akan menjelaskan teknik perbanyakan pasak bumi, baik secara generatif (biji) maupun vegetatif menggunakan teknik kultur jaringan, dan Bab 9 adalah penutup yang berisikan kesimpulan umum serta saran penelitian atau kajian ke depannya. Selamat membaca.



# **BAB 2**

## **MENGENAL HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO**

### **2.1. Pendahuluan**

Menurut Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang kehutanan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Berdasarkan statusnya, hutan dapat dikelompokkan menjadi dua, i) hutan negara; yaitu hutan yang berada pada tanah yang tidak dibebani hak atas tanah, dan ii) hutan hak; yaitu hutan yang berada pada tanah yang dibebani hak atas tanah. Berdasarkan fungsi pokoknya, hutan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu 1) hutan produksi; yaitu kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan, 2) hutan lindung; yaitu kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah, dan 3) hutan konservasi; yaitu kawasan hutan dengan ciri khas tertentu,



yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya.

Salah satu bentuk hutan negara adalah hutan adat. Menurut Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang kehutanan dan Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor 35 Tahun 2012 mendefinisikan bahwa hutan adat adalah hutan yang berada dalam wilayah masyarakat hukum adat. Hutan adat ini ditetapkan oleh pemerintah sepanjang menurut kenyataannya masyarakat hukum adat yang bersangkutan masih ada dan diakui keberadaannya, dan apabila dalam perkembangannya masyarakat hukum adat yang bersangkutan tidak ada lagi, maka hak pengelolaan hutan adat tersebut kembali kepada Pemerintah.

Masyarakat hukum adat adalah sekelompok orang yang terikat oleh tatanan hukum adatnya sebagai warga bersama suatu persekutuan hukum karena kesamaan tempat tinggal ataupun atas dasar keturunan. Menurut Undang-Undang Kehutanan Nomor 41 tahun 1999 pasal 67 ayat 1 disebutkan bahwa suatu masyarakat hukum adat diakui keberadaannya, jika menurut kenyataannya memenuhi unsur antara lain:

- a. masyarakatnya masih dalam bentuk paguyuban (*rechtsgemeenschap*);
- b. ada kelembagaan dalam bentuk perangkat penguasa adatnya;
- c. ada wilayah hukum adat yang jelas;
- d. ada pranata dan perangkat hukum, khususnya peradilan adat, yang masih ditaati; dan
- e. masih mengadakan pemungutan hasil hutan di wilayah hutan sekitarnya untuk pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari.

Hak penguasaan tanah oleh masyarakat hukum adat dikenal dengan Hak Ulayat. Menurut Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional nomor 5 Tahun 1999 tentang pedoman penyelesaian masalah hak ulayat masyarakat hukum adat disebutkan bahwa Hak ulayat adalah kewenangan yang menurut hukum adat dipunyai oleh masyarakat hukum adat tertentu atas wilayah tertentu yang merupakan lingkungan para warganya untuk mengambil manfaat dari sumber daya alam, termasuk tanah, dalam wilayah tersebut, bagi kelangsungan hidup dan kehidupannya, yang timbul dari hubungan secara lahiriah dan

batiniah turun temurun dan tidak terputus antara masyarakat hukum adat tersebut dengan wilayah yang bersangkutan. Hak ulayat masyarakat hukum adat dianggap masih ada apabila :

- a. Terdapat sekelompok orang yang masih merasa terikat oleh tatanan hukum adatnya sebagai warga bersama suatu persekutuan hukum tertentu, yang mengakui dan menerapkan ketentuan-ketentuan persekutuan tersebut dalam kehidupannya sehari-hari,
- b. Terdapat tanah ulayat tertentu yang menjadi lingkungan hidup para warga persekutuan hukum tersebut dan tempatnya mengambil keperluan hidupnya sehari-hari, dan
- c. Terdapat tatanan hukum adat mengenai pengurusan, penguasaan dan penggunaan tanah ulayat yang berlaku dan ditaati oleh para warga persekutuan hukum tersebut.

## **2.2. Masyarakat Hukum Adat Kenegerian Rumbio**

Kenegerian Rumbio merupakan salah satu masyarakat hukum adat yang ada di Kabupaten Kampar. Secara administrasi pemerintahan, Kenegerian Rumbio berada di dua Kecamatan yaitu: di Kecamatan Kampar dan Kecamatan Rumbio Jaya, dengan jumlah desa sebanyak 12 Desa, dimana lima (5) desa berada di Kecamatan Kampar (Desa Rumbio, Desa Padang Mutung, Desa Pulau Sarak, Desa Pulau Tinggi dan Desa Koto Tibun), dan tujuh (7) desa berada di Kecamatan Rumbio Jaya (Desa Teratak, Desa Pulau Payung, Desa Alam Panjang, Desa Simpang Petai, Desa Bukit Teratai, Desa Batang Bertindik dan Desa Tambusai), sedangkan secara pemerintahan adat, Kenegerian Rumbio termasuk ke dalam wilayah adat Limo Koto (Kuok, Salo, Bangkinang, Airtiris, Rumbio). Wilayah (ulayat) adat Kenegerian Rumbio memiliki batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan ulayat Kenegerian Tapung (Datuok Rajo Kinantan),
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kenegerian Airtiris.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan ulayat Rantau Kampar Kiri dan Tigo Koto Sibelimbing
- Sebelah Timur berbatasan dengan ulayat Ninik Mamak Buluh Nipis

Kenegerian Rumbio didiami oleh 5 (lima) suku besar yaitu : 1) Suku Domo, 2) Suku Pitopang, 3) Suku Piliang, 4) Suku Kampai, dan 5)

Suku Caniago. Masing-masing suku memiliki dua orang ninik mamak yang merupakan penghulu adat Kenegerian Rumbio. Jumlah keseluruhan penghulu adat, ada sepuluh (10) orang yaitu:

- ❖ Suku Pitopang (Datuok Ulak Simano dan Datuok Rajo Mangkuto),
- ❖ Suku Domo (Datuok Godang dan Datuok Gindo Marajo),
- ❖ Suku Piliang (Datuok Putio dan Datuok Bosau),
- ❖ Suku Kampai (Datuok Sinagho dan Datuok Panduko),
- ❖ Suku Caniago (Datuok Gindo Malano dan Datuok Pito Malano)

Masyarakat adat Kenegerian Rumbio memiliki tanah ulayat yang cukup luas dapat dimanfaatkan oleh seluruh anggota masyarakat Kenegerian Rumbio untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan tetap memperhatikan ketentuan-ketentuan adat yang berlaku dalam pemanfaatannya. Terkait dengan tanah ulayat ini, pemerintah Kabupaten Kampar telah mengakuinya dan diatur melalui Peraturan Daerah Kabupaten Kampar Nomor 12 tahun 1999. Menurut Peraturan Daerah tersebut bahwa tanah ulayat merupakan salah satu harta milik bersama suatu masyarakat adat (suku tertentu), yang mencakup suatu kesatuan wilayah tertentu berupa tanah, tumbuhan yang hidup secara liar dan binatang yang hidup liar diatasnya, dimana pengelolaannya dikuasai oleh ninik mamak (kepala suku) yang diangkat oleh anak kemenakan dan diperuntukkan untuk sebesar-sebesarnya manfaat bagi anak kemenakan suku tersebut.

Dalam masyarakat hukum adat Kenegerian Rumbio, tanah ulayat memiliki beberapa fungsi, yaitu:

1. Sebagai identitas

Bagi masyarakat adat Kenegerian Rumbio tanah dipandang sebagai identitas budaya dan identitas diri, sesuai dengan pepatah adat " *batopian tompek mandi, basosok bajaghami, bapadang bakubughan*" artinya memiliki sumber mata air, memiliki kawasan tanah pertanian dan memiliki tempat pemakaman.

2. Sebagai simbol kedudukan sosial

Bagi masyarakat adat Kenegerian Rumbio, tanah dapat dijadikan sebagai simbol dan status sosial seseorang atau suku. Semakin banyak tanah yang dimiliki seseorang atau

suku maka semakin tinggi pula status sosial seseorang atau suku tersebut, sesuai dengan pepatah adat”

*Jo ome sagalo buleo  
Jo padi sagalo jadi  
Ilang warono dek panyakik  
Ilang nagoii de'ndak ba-ome*

Dalam bahasa Indonesianya :  
*Dengan emas segala dapat  
Dengan padi semua jadi  
Hilang warna karena penyakit  
Hilang wilayah karena tak beremas*

Maksudnya, jika seseorang atau masyarakat memiliki banyak emas, apa yang diinginkan dapat dipenuhi karena jika berkekurangan, emas dapat digadaikan atau dijual dan mempunyai harga yang tinggi. Jadi, orang yang mempunyai emas digolongkan kepada masyarakat yang mempunyai strata lebih tinggi dari pada masyarakat yang tidak memiliki emas.

### 3. Sebagai sumber ekonomi

Fungsi lain dari tanah ulayat adalah sebagai sumber mata pencaharian bagi masyarakat adat tersebut. Fungsi inilah yang banyak mendapat perhatian karena sering kali muncul konflik dikalangan masyarakat adat. Konflik ini muncul karena beberapa faktor, yaitu:

- a. Semakin sempitnya tanah ulayat sebagai lahan untuk pertanian dan bercocok tanam.
- b. Semakin bertambahnya jumlah penduduk.
- c. Kurang jelasnya batas antara tanah adat yang dikuasai oleh masyarakat adat dengan tanah yang dikuasai oleh pemerintah dan pihak swasta.
- d. Harga tanah yang semakin tinggi dari tahun ke tahun.
- e. Kondisi masyarakat yang semakin sadar dan peduli akan haknya, baik sebagai warga negara maupun sebagai masyarakat hukum adat yang memiliki hak-hak adat atas sukunya.

### 2.3. Hutan Adat Kenegerian Rumbio

Salah satu tanah ulayat masyarakat adat Kenegerian Rumbio yang telah diakui oleh Pemerintah daerah Kabupaten Kampar adalah *ghimbo laghangan* atau hutan larangan atau hutan lindung. Hutan larangan ini adalah warisan turun temurun dan sudah ada sejak lama. Pada masa perjuangan kemerdekaan bangsa Indonesia, hutan larangan ini juga berfungsi sebagai tempat persembunyian dan perlindungan dari serangan penjajah Belanda dan Jepang. Tempat persembunyian berupa benteng-benteng masih dapat ditemukan saat ini dan berada di tengah hutan larangan.

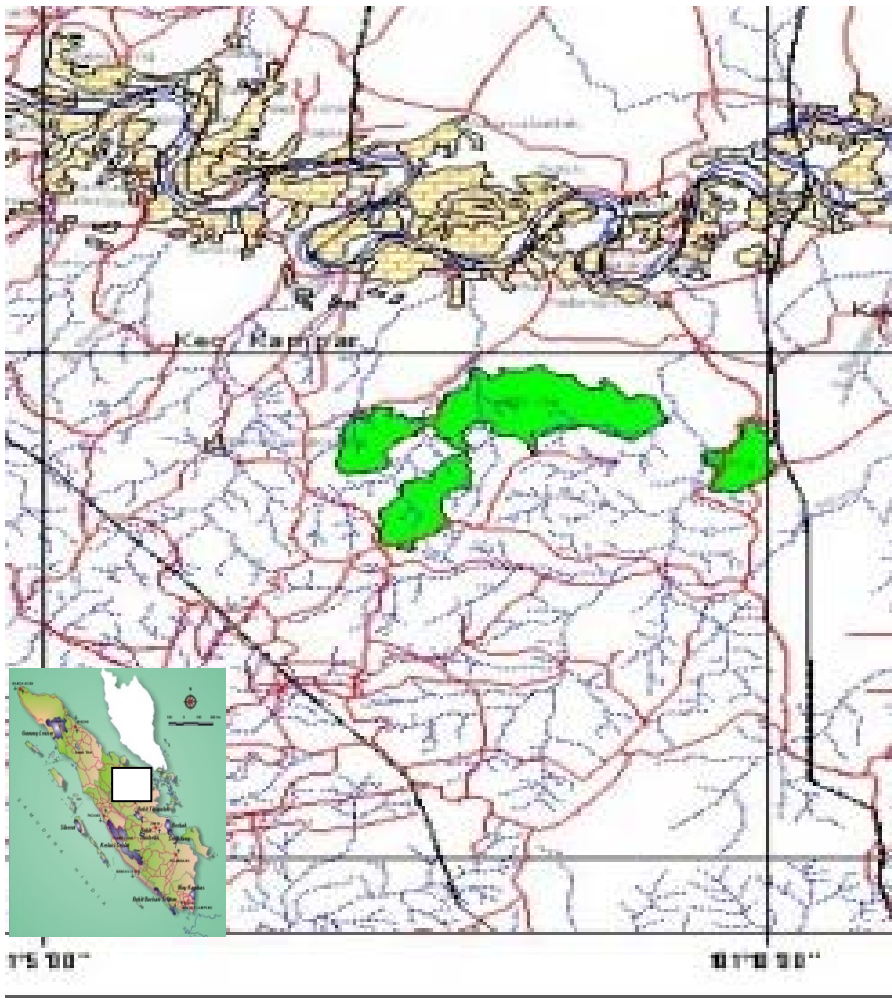
Menurut Dinas Kehutanan Kabupaten Kampar (2010), Hutan Larangan Adat Rumbio secara geografis terletak diantara 0° 18'00"-0° 19'40" LU dan 101°7'00"-101°8'20" BT dengan luas 530 hektar (Gambar 2.1). Secara administratif, Hutan Larangan Adat terletak di Kenegerian Rumbio, Kecamatan Kampar, Kabupaten Kampar, Propinsi Riau dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Kampar Utara
2. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Kampar Kiri
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Bangkinang
4. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Kampar Timur

Hutan Larangan Adat ini merupakan *Pusako Tinggi* masyarakat adat Kenegerian Rumbio, yang didalamnya tersimpan berbagai kekayaan alam serta flora dan fauna khas daerah ini (Gambar 2.2). Di samping kekayaan flora dan fauna, ada kekayaan lain yang sangat bernilai bagi masyarakat adat Kenegerian Rumbio, yaitu fungsi hidroligis dan lingkungan dari hutan larangan adat tersebut, yaitu sebagai sumber mata air bersih yang langsung dapat diminum tanpa dimasak terlebih dahulu. Sebagian besar masyarakat Kenegerian Rumbio dan desa-desa di sekitarnya memperoleh air minum yang bersumber dari kaki bukit hutan larangan. Setiap hari ribuan liter air bersih diambil dari berbagai sumber mata air dan didistribusikan ke berbagai daerah, seperti Kampar, Bangkinang dan Pekanbaru. Air bersih itu juga mengairi puluhan hektar sawah dan ratusan petak kolam ikan disekitar hutan larangan adat.

Dalam menjaga kelestarian hutan larangan Adat Kenegerian Rumbio. Ninik mamak berperan penuh. Kebijakan-kebijakan adat dikeluarkan oleh sepuluh ninik mamak yang dipimpin oleh datuok Ulak Simano dari suku pitopang. Adapun hal yang dilakukan oleh

para ninik mamak antara lain : (1) melakukan musyawarah untuk membahas rencana pelestarian hutan larangan termasuk pembahasan mengenai sanksi bagi yang melakukan penebangan, perambahan hutan dan perburuan. (2) melaksanakan musyawarah bila ada program atau kegiatan baik dari pihak pemerintah seperti program pengayaan tanaman hutan. (3) Melaksanakan musyawarah bila ada rencana dari ninik mamak atau usulan dari masyarakat terkait dengan hutan larangan.



Gambar 2.1. Peta lokasi hutan larangan adat Kenegerian Rumbio  
(Sumber: Dinas Kehutanan Kabupaten Kampar, 2010)



Gambar 2.2. Kondisi vegetasi hutan larangan adat Rumbio  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## 2.4. Potensi Hutan Larangan Adat

Hutan larangan adat Kenegerian Rumbio merupakan hutan dataran rendah yang terletak pada ketinggian antara 30-70 meter dari permukaan laut, dengan tingkat keterlereng berkisar 10-20%. Rata-rata curah hujan adalah 3.060 mm dengan jumlah hari hujan per tahun adalah 116 hari, suhu rata-rata adalah 26-30°C. Formasi geologi hutan larangan adat adalah tanah alluvial dengan jenis tanah podsolik. Tanah podsolik memiliki ciri-ciri sebagai berikut: tekstur lempung, struktur gumpal, permeabilitas rendah, stabilitas agregat baik, pH rendah, kandungan alumenium tinggi, KTK rendah, kandungan nitrogen, fosfor, kalsium dan magnesium sangat rendah.

Hutan larangan adat ini menyimpan flora dan fauna yang beranekaragam jenisnya. Jenis satwa yang pernah ditemukan di hutan larangan adat dapat dikelompokkan menjadi jenis mamalia, reptil, dan burung, seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Jenis-jenis Satwa yang ditemukan di Hutan Larangan Adat Kenegerian Rumbio

No	Nama Lokal	Nama Indonesia	Nama Ilmiah
1.	Kondiok	Babi Hutan	<i>Sus scopa</i>
2.	Bajing	Bajing	<i>Calliosdurus sp.</i>
3.	Bebe	Beruang	<i>H. makayanus</i>
4.	Bowok	Beruk	<i>Macaca nemestrina</i>
5.	Biawak	Biawak	<i>Macaca nemestrina</i>
6.	Kijang	Kijang	<i>Muntiacus muntjak</i>
7.	Landak	Landak	<i>Hystrix brachyuran</i>
8.	Cigak	Monyet	<i>Macaca fascicularis</i>
9.	Uso	Rusa	<i>Cervus unicolor</i>
10.	Simpai	Simpai	<i>Presbytis melalophos</i>
11.	Tanggiling	Trenggiling	<i>Manis javanica</i>
12.	Tupai	Tupai	<i>Tupai glis</i>
13.	Ungko	Ungko	<i>Hyalobates lar</i>
14.	Cengkok	Cengkok	<i>T. cristatus</i>
15.	Onggang	Enggang	<i>Buceros sp.</i>
16.	Ngajo udang	Raja Udang	<i>Halcyon sp.</i>
17.	Tiwong	Tiung	<i>Gracula regiolosa</i>
18.	Ghimau	Harimau	<i>Sumatran tigris</i>

Sumber: Masriadi (2011)



Disamping hewan-hewan besar tersebut diatas, banyak juga hewan-hewan kelompok serangga (insekta) yang ditemukan di hutan larangan adat (Tabel 2.2) seperti yang dilaporkan oleh Arminuddin et al. (2013). Hewan-hewan ini bermanfaat untuk membantu penyerbukan tanaman-tanaman hutan dan buah-buahan yang ada di hutan. Diantara jenis insekta tersebut terdapat lebah yang menghasilkan madu, dimana lebah-lebah ini membuat sarangnya di pohon sialang (*Kompassia malaccensis*). Pohon sialang di hutan larangan adat ini cukup banyak dengan diameter berkisar 80-100 cm, dan madu yang dihasilkan oleh lebah tersebut dikenal dengan madu sialang.

Tabel 2.2: Jenis-Jenis Insekta yang telah diidentifikasi di Hutan Larangan Adat Rumbio

No.	Nama Umum	Nama Ilmiah
1.	Semut Rangrang	<i>Oecophylla smaragdina</i>
2.	Semut Cantang	<i>Odontoponera denticulata</i>
3.	Semut Raksasa	<i>Camponotus gigas</i>
4.	Semut	<i>Polyrachis</i> spp.
5.	Semut	<i>Crematogaster</i> spp.
6.	Lebah Madu	<i>Apis cerana</i>
7.	Lebah Madu	<i>Trigona</i> spp.
8.	Anai-anai/Rayap	<i>Nasutitermes</i> sp.
9.	Anai-anai/Rayap	Rhinotermitidae
10.	Belalang ranting	Phasmatidae

Kekayaan flora (tumbuh-tumbuhan) yang tersimpan di dalam hutan larangan adat sangat banyak sekali seperti terlihat pada Gambar 2.3, dan kebanyakan dari mereka belum teridentifikasi. Flora yang telah teridentifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Gambar 2.3. Flora di hutan larangan adat Rumbio  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 2.3: Jenis-Jenis flora yang teridentifikasi di hutan Larangan Adat Rumbio.

No	Nama Lokal	Nama Indonesia	Nama Ilmiah
1.	Kayu agho	Ara	<i>Ficus spp.</i>
2.	Kayu aghang	Arang-arang	<i>Dyospiros sp.</i>
3.	Pasak bumi	Pasak Bumi	<i>Eurycomma longifolia</i>
4.	Cobudak utan	Cempedak Hutan	<i>Artocarpus integer</i>
5.	Gauu	Gaharu	<i>Aquilira microcarpa</i>
6.	Mpuyang	Jelutung	<i>Dyera costulata</i>
7.	Manggi utan	Manggis Hutan	<i>Garcinia dulcis.</i>
8.	Pulai	Pulai	<i>Alstonia scholaris.</i>
9.	Kayu akau	Kayu Akar	<i>Tetrastigma sp.</i>
10.	Pohon sialang	Kempas	<i>Koompassia malaccensis</i>
11.	Damau	Keruing	<i>Dipterocarpus</i>
12.	Kulim	Kulim	<i>Scodorocarpus borneensis</i>
13.	Otan manau	Manau	<i>Calamus manan</i>
14.	Bayas		<i>Onchosperma horridum</i>
15.	Modang	Medang Sendok	<i>Endospermum malaccense</i>
16.	Manti	Meranti	<i>Shorea spp.</i>
17.	Pisang utan	Palem Kipas	<i>Licuala spinosa</i>
18.	Kaduduk	Senduduk	<i>M. malabatricum</i>
19.	Potai	Petai	<i>Parkia speciosa Hassk</i>
20.	Pinang	Pinang Hutan	<i>Pinang sp.</i>
21.	Sungkai	<i>Sungkai</i>	<i>Peronema canescens</i>
22.	Mutan utan	Rambutan Hutan	<i>Nephelium sp.</i>
23.	Otan udang	Semambu	<i>Calamus sp.</i>
24.	Tampui	Tempui	<i>Beccauera sp.</i>
25.	Toghok	Terap	<i>Artocarpus sp.</i>
26.	Mahang	Mahang	<i>Macaranga sp</i>
27.	Keras		<i>A.bubakinum</i>
28.	kaduduk beras		<i>Clidemia hirta</i>
29.	Kalimunting	Bunting-bunting	<i>Pternandra cardiphylla</i>
30.	Nyam-bayam	Bandotan	<i>Ageratum conyzoides</i>
31.	<i>Akau kuniong</i>	Akar kuning	<i>Arcangelisia flava</i>
32.	<i>Akau kasok</i>		<i>Tetracera indica</i>
33.	Kayu kancie	Kayu Kancil	<i>Smilax zeylanica.</i>
34.	<i>Akau Kait-kait</i>		<i>Uncaria glabrata DC.</i>
35.	Manggi	Manggis	<i>Garcinia Mangostana L</i>
36.	<i>Akau sampait</i>		<i>Tetracera scandens (L.)</i>
37.	<i>Ribu-ribu</i>		<i>Anisophylla disticha</i>
39.	<i>Akau sembolit</i>		<i>Cnetis plantantha</i>
40.	<i>Modang</i>		<i>Cinnamomum subcuneatum</i>
41.	<i>Sianik</i>		<i>Sclaria terretris (L.)</i>

Tabel 2.3: Jenis-Jenis flora yang teridentifikasi di hutan Larangan Adat Rumbio (lanjutan)

No	Nama Lokal	Nama Indonesia	Nama Ilmiah
42	<i>Mpuyan pahit</i>		<i>Memecylon</i> sp
43	<i>Paku sembelit</i>		<i>Rourea mimosoides</i>
44	<i>Kayu batu</i>		<i>Dysoxylum cauliflorum</i>
45	<i>Tubung-tubung</i>		<i>Gronocaryum gracila,</i>
46	<i>Balimbiong utan</i>		<i>Antidesma bunius (L.)</i>
47	<i>Idan</i>	Ridan	<i>Nephelium maingayi</i>
48	<i>Ghosak</i>	Resak	<i>Vatica</i> sp
49	<i>Akau kumau</i>	-	<i>Taenitis blechnoides</i>
50	<i>Tepus</i>	<i>Tepus</i>	<i>Alpinia javanica</i>
51	<i>Joyong</i>	Jengkol	<i>Pithecellobium jiringa</i>
52	<i>Paku gajah</i>		<i>Angiopteris avecta Hoffm.</i>
53	<i>Akar tali rakit</i>		<i>Lasianthus densiflorus Bl.</i>
54	<i>Baliok angin</i>		<i>Malotus paniculata (Muell.)</i>
55	<i>Sakek</i>	Anggrek pohon	<i>Asplenium nidus L.</i>
56	<i>Galinggang</i>	<i>Gelinggang</i>	<i>Cassia alata L</i>
57	Anggrek	anggrek	<i>Bulbophyllum flavescen</i>
58	Anggrek	anggrek	<i>Liparis condylobulbon</i>
59	Anggrek	anggrek	<i>Polystachya flavescens</i>
60	Jahe-jahean	Jahe-jahean	<i>Alpinia rubricaulis K. Schum</i>
61	Jahe-jahean	Jahe-jahean	<i>Alpinia galanga L</i>
62	Paku	Paku-pakuan	<i>Drynaria sparsisora</i>
63	Paku saghang buwong	Paku sarang burung	<i>Asplenium nidus L</i>
64		Paku Pijai	<i>Taenitis blechnoides</i>
65		Selintup nyahuk	<i>Connarus semidecandrus</i>

Sumber: Masriadi (2011) dan Arminuddin et al. (2013)

## 2.5. Pengelolaan Hutan Larangan Adat Kenegerian Rumbio

Hutan Larangan Adat Kenegerian Rumbio adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, memelihara kesuburan tanah dan konservasi. Menurut Undang-Undang No 41 tahun 1999 tentang Kehutanan di pasal 21 disebutkan bahwa pengelolaan hutan adalah kegiatan yang meliputi: 1) tata hutan dan penyusunan rencana pengelolaan hutan, 2) pemanfaatan hutan dan penggunaan kawasan hutan, 3) rehabilitasi dan reklamasi hutan, 4) perlindungan hutan dan konservasi alam.

## **I. Tata hutan dan penyusunan rencana pengelolaan hutan.**

Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.47/Menhut-II/2013 tentang Pedoman, Kriteria dan Standar Pemanfaatan Hutan di Wilayah Tertentu pada Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung dan Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi bahwa tata hutan adalah kegiatan rancang bangun unit pengelolaan hutan yang mencakup kegiatan pengelompokan sumber daya hutan sesuai dengan tipe ekosistem dan potensi yang terkandung di dalamnya dengan tujuan untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya bagi masyarakat. Tata hutan dilaksanakan dalam rangka pengelolaan kawasan hutan yang lebih intensif untuk memperoleh manfaat yang lebih optimal dan lestari. Tata hutan meliputi pembagian kawasan hutan dalam blok-blok berdasarkan ekosistem, tipe, fungsi dan rencana pemanfaatan hutan. Blok-blok tersebut dibagi lagi ke dalam petak-petak berdasarkan intensitas dan efisiensi pengelolaan. Berdasarkan blok dan petak tersebut akan disusun rencana pengelolaan hutan untuk jangka waktu tertentu.

Sebagai kawasan hutan yang dikelola oleh masyarakat adat, yang berada di empat desa yaitu desa Padang Mutung, Koto Tibun, Pulau Sarak dan Rumbio. Ternyata, hutan Larangan Adat Rumbio ini telah tertata sejak dahulu sesuai dengan ketentuan adat yang ada, dimana kawasan hutan ini telah dibagi-bagi ke dalam tujuh zona, yaitu zona *Ngimbo Potai*, zona *Tanjuong Kulim*, zona *Koto Nagagho*, zona *Cubodak Mangka'ak*, zona *Sialang Layang*, zona *Halaman Kuyang*, zona *Kala Mutuong*, dan zona *Panoghan*. Zona *Ngimbo Potai* berada di desa Koto Tibun yang dikuasai atau dikelola oleh ninik mamak suku Domo (Datuok Godang), zona *Tanjuong Kulim*, *Koto Nagagho*, dan *Cubodak Mangka'ak* terletak di desa Pulau Sarak dibawah penguasaan ninik mamak suku pitopang (Datuok Rajo Mangkuto), zona *Sialang Layang* terletak di desa Padang Mutung dan desa Rumbio yang dikuasai dan dikelola oleh ninik mamak suku pitopang (Datuok Ulak Simano atau Datuok Tumongguong), sedangkan zona *Halaman Kuyang*, *Kala Mutuong*, dan *Panoghan* terletak di desa Rumbio yang juga dikuasai dan dikelola oleh ninik mamak suku pitopang (Datuok Ulak Simano atau Datuok Tumongguong). Meskipun kawasan hutan larangan adat Rumbio dikuasai oleh tiga ninik mamak (Datuok Ulak Simano, Datuk Rajo Mangkuto dan Datuok Godang), tetapi mereka tetap

bersama-sama dalam memutuskan sesuatu yang terkait dengan kawasan hutan Larangan Adat ini. Apabila salah seorang diantara mereka tidak menyetujui kegiatan atau program terkait dengan hutan larangan ini maka kegiatan tersebut tidak dapat atau tidak boleh dilaksanakan.

Untuk menyusun rencana pengelolaan hutan larangan ini, maka ninik mamak pengelola hutan larangan bersama dengan anak kemenakannya yang sekarang tergabung dalam organisasi Sentra Penyuluhan Kehutanan Pedesaan Hidup Sejati membicarakan dalam suatu musyawarah. Sentra Penyuluhan Kehutanan Pedesaan (SPKP) adalah organisasi masyarakat di tingkat desa yang dibentuk berdasarkan hasil musyawarah berbagai pihak di wilayah desa dalam upaya melestarikan fungsi dan manfaat hutan dan lahan untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Rencana pengelolaan hutan larangan disusun dengan memperhatikan aspirasi anak kemenakan, partisipasi dan nilai budaya masyarakat dan kondisi lingkungan. Penyusunan rencana pengelolaan hutan meliputi jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek. Perencanaan pengelolaan hutan larangan adat ini bertujuan untuk:

1. Menjaga fungsi ekologis hutan larangan adat, seperti menjaga keseimbangan ekosistem hutan, melestarikan flora dan fauna hutan, serta menjaga sumber mata air bersih.
2. Menjaga hutan larangan adat dari berbagai kegiatan yang dapat menurunkan luasan dan potensi hutan, seperti penebangan, perburuan, konversi lahan hutan dan kegiatan lain yang dapat merusak hutan.

Saat ini kegiatan re-inventarisasi dan penentuan batas-batas hutan, dan penataan blok atau zona pengelolaan sedang dilakukan kembali untuk memvalidasi kondisi hutan larangan ini setelah terjadi alih fungsi lahan hutan Larangan oleh masyarakat pada beberapa tahun terakhir. Kegiatan ini mendapat bantuan dari Pemerintah Kabupaten Kampar melalui program Kerja Dinas Kehutanan tahun 2015.

## **2. Pemanfaatan**

Pemanfaatan hutan adalah suatu bentuk kegiatan untuk memanfaatkan kawasan hutan, memanfaatkan jasa lingkungan,

memanfaatkan hasil hutan kayu dan bukan kayu serta memungut hasil hutan kayu dan bukan kayu secara optimal dan adil untuk kesejahteraan masyarakat dengan tetap menjaga kelestariannya. Pemanfaatan hutan ditujukan untuk memperoleh manfaat hasil dan jasa hutan secara optimal, adil, dan lestari bagi kesejahteraan masyarakat, terutama masyarakat di sekitar hutan sekaligus menumbuhkan kesadaran masyarakat untuk menjaga dan meningkatkan fungsi hutan lindung sebagai amanah untuk mewujudkan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan bagi generasi sekarang dan generasi yang akan datang. Secara umum, pemanfaatan hutan dapat dilakukan melalui beberapa kegiatan; 1) pemanfaatan kawasan; 2) pemanfaatan jasa lingkungan; dan 3) pemungutan hasil hutan kayu dan/atau bukan kayu.

*Pertama:* pemanfaatan kawasan, yaitu kegiatan untuk memanfaatkan ruang tumbuh sehingga diperoleh manfaat lingkungan, manfaat sosial dan manfaat ekonomi secara optimal dengan tidak mengurangi fungsi utamanya. Kegiatan pemanfaatan kawasan di hutan lindung dilakukan dengan tidak mengurangi, mengubah atau menghilangkan fungsi utamanya; pengolahan tanah secara terbatas; tidak menimbulkan dampak negatif terhadap biofisik dan sosial ekonomi; tidak menggunakan peralatan mekanis dan alat berat; dan/atau tidak membangun sarana dan prasarana yang mengubah bentang alam. Kegiatan pemanfaatan kawasan dapat meliputi:

- a. budidaya tanaman obat;
- b. budidaya tanaman hias;
- c. budidaya jamur;
- d. budidaya lebah;
- e. penangkaran satwa liar; atau
- f. budidaya hijauan makanan ternak.

Pemanfaatan kawasan hutan larangan adat untuk kegiatan-kegiatan tersebut harus mendapat izin dari ninik mamak sesuai ketentuan hukum adat yang berlaku. Saat ini, pemanfaatan kawasan hutan larangan adat belum optimal, hanya saja masyarakat sering mencari tumbuhan obat, tumbuhan hias dan jamur untuk dimanfaatkan secara individu atau keluarga dan itu harus mendapat izin dari ninik mamak.

*Kedua*, pemanfaatan jasa lingkungan, yaitu kegiatan untuk memanfaatkan potensi jasa lingkungan dengan tidak merusak lingkungan dan mengurangi fungsi utamanya. Kegiatan pemanfaatan jasa lingkungan pada hutan lindung antara lain:

- a. pemanfaatan jasa aliran air;
- b. pemanfaatan air;
- c. wisata alam;
- d. perlindungan keanekaragaman hayati;
- e. penyelamatan dan perlindungan lingkungan; atau
- f. penyerapan dan/atau penyimpanan karbon

Saat ini pemanfaatan jasa lingkungan hutan larangan adat sudah dilakukan seperti pemanfaatan sumber mata air untuk air minum, perikanan (kolam budidaya ikan emas, patin dan ikan lainnya), dan pengairan persawahan masyarakat. Usaha pemanfaatan air dilakukan atas sumber air yang keluar secara alami dari kawasan hutan larangan. Untuk menunjang usaha pemanfaatan air dibangun sarana penyaluran air berupa jaringan pipa. Usaha pemanfaatan air tidak termasuk pemanfaatan air untuk keperluan non komersial dan atau kehidupan sehari-hari masyarakat di sekitar hutan. Disamping itu juga perlindungan keanekaragaman hayati tumbuhan dan satwa juga terus dilakukan secara bersama-sama dengan masyarakat.

*Ketiga*, Pemungutan hasil hutan kayu dan/atau bukan kayu, yaitu kegiatan untuk memanfaatkan dan mengusahakan hasil hutan berupa kayu dan bukan kayu dengan batasan waktu, luas dan/atau volume tertentu. Kegiatan pemungutan hasil hutan di hutan lindung meliputi:

- a. rotan;
- b. madu;
- c. getah;
- d. buah;
- e. jamur; atau
- f. sarang burung walet.

Pemungutan hasil hutan bukan kayu pada hutan lindung dilakukan dengan ketentuan: hasil hutan bukan kayu yang dipungut harus sudah tersedia secara alami; tidak merusak



lingkungan; dan tidak mengurangi, atau menghilangkan fungsi utamanya.

Pemungutan hasil hutan bukan kayu pada hutan lindung hanya boleh dilakukan oleh masyarakat di sekitar hutan dan banyaknya tidak boleh melebihi kemampuan produktifitas lestarinya dan dilarang memungut jenis hasil hutan yang dilindungi oleh undang-undang. Untuk pemungutan hasil hutan berupa kayu di hutan larangan adat boleh diambil oleh anak kemenakan yang miskin dengan syarat dan ketentuan mendapat izin dari ninik mamak dan pemerintah setempat. Jika ada pihak yang ingin meminta hasil hutan berupa kayu untuk kepentingan sosial seperti membangun masjid atau musolla diperbolehkan, asalkan mendapat izin dari ninik mamak dan pemerintah setempat.

Pemungutan hasil hutan non kayu juga dapat dilakukan oleh masyarakat sekitar hutan larangan. Pada saat waktu panen buah-buahan hutan, masyarakat Rumbio diperbolehkan untuk mengambil buah-buahan hutan yang berada di dalam kawasan hutan larangan adat Kenagerian Rumbio. Begitu juga dengan madu, karena di dalam kawasan hutan larangan banyak terdapat pohon sialang atau *Kompassia malaccensis* yang merupakan tempat lebah bersarang, maka masyarakat juga diberi izin untuk memungut madu dengan tetap memperhatikan kelestarian pohon sialang di hutan larangan ini. Usaha wisata alam juga telah dilakukan di kawasan hutan larangan ini terutama di zona Ngimbo Potai desa Koto Tibun. Setiap hari libur banyak warga masyarakat dari sekitar kabupaten Kampar atau luar daerah yang datang berwisata menikmati keindahan hutan larangan adat.

### 3. Rehabilitasi Hutan

Rehabilitasi hutan adalah suatu usaha untuk memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan sehingga daya dukung, produktivitas, dan peranannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga. Rehabilitasi hutan dapat dilakukan melalui kegiatan:

- a. reboisasi, yaitu upaya penanaman jenis pohon hutan pada kawasan hutan yang rusak untuk mengembalikan fungsi hutan tersebut.
- b. pengayaan tanaman, yaitu kegiatan memperbanyak keragaman tanaman dengan cara pemanfaatan ruang tumbuh secara optimal melalui penanaman pohon.
- c. pemeliharaan hutan, yaitu kegiatan untuk menjaga, mengamankan dan meningkatkan kualitas tanaman hasil reboisasi dan pengayaan tanaman.
- d. Penerapan teknik konservasi tanah, yang dapat dilakukan secara vegetatif dengan penanaman vegetasi tetap, budidaya tanaman lorong, strip rumput dan mulsa, dan tanaman penguat, selain itu teknik konservasi tanah juga dapat dilakukan secara sipil teknik antara lain dilakukan pembuatan bangunan dam pengendali, dan penahan, teras, saluran pembuangan air, sumur resapan, embung dan bangun pelindung tebing, sungai/danau.

Sampai saat ini kegiatan rehabilitasi yang telah dilakukan di kawasan hutan larangan adat adalah dalam bentuk kegiatan reboisasi dan pengayaan tanaman seperti tanaman meranti (*Shorea* spp), tanaman gaharu (*Aquilaria* spp), dimana bibit tanaman tersebut diperoleh dari Dinas Kehutanan Pemerintah Kabupaten Kampar.

#### 4. **Perlindungan hutan dan konservasi**

Perlindungan hutan dan konservasi bertujuan untuk menjaga hutan, kawasan hutan dan lingkungannya, agar fungsi lindung, fungsi konservasi, dan fungsi produksi, tercapai secara optimal dan lestari. Perlindungan hutan dan kawasan hutan merupakan usaha untuk:

- a. mencegah dan membatasi kerusakan hutan, kawasan hutan, dan hasil hutan yang disebabkan oleh perbuatan manusia, ternak, kebakaran, bencana alam, hama, serta penyakit; dan
- b. mempertahankan dan menjaga hak-hak negara, masyarakat, dan perorangan atas hutan, kawasan hutan, hasil hutan, investasi serta perangkat yang berhubungan dengan pengelolaan hutan.

Upaya perlindungan dan konservasi hutan larangan adat ini sudah diatur dalam Undang-undang Adat Kenegerian Rumbio No. 1 Tahun 2007 tentang Rimba Larangan Adat pada pasal 2, pasal 3 dan pasal 4, yaitu sebagai berikut:

#### Pasal 2

1. Rimba larangan yang telah ditetapkan lokasinya oleh para pendahulu secara turun temurun menjadi tanggung jawab bersama masyarakat adat untuk menjaga keberadaannya.
2. Pada kawasan rimba larangan tersebut dilarang melakukan penebangan kayu dan kegiatan lain yang dapat merusak keberadaan segala sesuatu yang terkandung didalamnya serta kegiatan yang dapat merubah fungsi rimba larangan adat tersebut.
3. Barang siapa yang sengaja atau tidak sengaja, baik secara langsung maupun tidak langsung melakukan kegiatan pada ayat (2) dikenakan sanksi atau hukuman adat sesuai dengan hukum adat setempat.

#### Pasal 3

Rimba larangan adat ini berfungsi sebagai mata air atau daerah resapan air untuk menjaga keseimbangan lingkungan hidup disekitarnya.

#### Pasal 4

1. Berbeda dengan hutan tanah ulayat, rimba larangan ini, apapun alasannya tidak dapat di kelola sehingga merubah fungsi dan keberadaanya.
2. Pemanfaatan segala sesuatu yang terkandung dalam rimba larangan tersebut hanya dapat dilakukan atas persetujuan bersama ninik mamak pemangku adat penguasa rimba larangan masing – masing persukuan sesuai dengan syarat dan ketentuan adat persukuan.  
Pemanfaatan tersebut harus memenuhi dan sesuai dengan syarat dan ketentuan yang berlaku secara turun temurun di masing –masing persukuan.

Selain itu, sejak zaman dahulu juga sudah ada larangan-larangan secara tidak tertulis di masyarakat Kenegerian Rumbio untuk menjaga dan melindungi hutan larangan adat Rumbio dari berbagai tindakan yang dapat merusak atau menurunkan

fungsi hutan, larangan-larangan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tidak boleh menebang pohon
2. Tidak boleh memanfaatkan hasil hutan tanpa seizin ninik mamak
3. Tidak boleh memanfaatkan hasil hutan secara berlebihan
4. Tidak boleh menjual hasil hutan larangan adat Rumbio
5. Tidak boleh memasuki hutan larangan adat Rumbio tanpa seizin ninik mamak
6. Tidak boleh takabur dan sombong selama di kawasan hutan larangan adat Rumbio
7. Tidak boleh berburu fauna hutan larangan adat Rumbio
8. Tidak boleh berbuat yang tidak baik di dalam hutan larangan adat Rumbio
9. Tidak boleh berkata-kata yang tidak baik di dalam hutan

Apabila larangan-larangan tersebut dilanggar, maka sipelanggar akan diberi sanksi, dalam istilah adat Kenegerian Rumbio “*Ndak ado sala ndak batimbang*” (tidak ada salah yang tidak diperhitungkan). Besar kecilnya kesalahan yang dilakukan oleh sipelanggar biasanya diselesaikan secara musyawarah, para tetua adat seperti ninik mamak akan memanggil sipelanggar dan mengadilinya di balai adat atau tempat tertentu, biasanya pengadilan ini bersifat kekeluargaan dan tetap berpedoman kepada adat istiadat di Kenegerian Rumbio. Penjatuhan sanksi biasanya disesuaikan dengan besar kecil kesalahan dan keadaan si pelanggar, baik secara ekonomi maupun usianya.

Menurut Elfiandri (2013) bahwa pelanggaran adat terbagi atas dua kategori yaitu: individual dan persukuan. Pelanggaran individu adalah pelanggaran yang dilakukan oleh seseorang atas nama dirinya dan tidak ada yang menyuruh untuk melakukan pelanggaran tersebut, sedangkan pelanggaran persukuan adalah pelanggaran yang dilakukan oleh seseorang atau beberapa orang yang diperintahkan oleh salah satu persukuan, baik oleh penghulu kampung maupun penghulu pucuk adat. Ada dua jenis sanksi yang dijatuhkan kepada seseorang yang melanggar peraturan terkait hutan Larangan Adat Rumbio. *Pertama*, sanksi ringan. Sanksi ringan adalah sanksi yang diberikan kepada mereka yang melanggar dalam kategori peribahasa adat

“*sumbiong indak maluakki*” (terambil tetapi tidak mengurangi secara signifikan), misalnya menebang pohon kecil yang bersepadan dengan kebun mereka. Bentuk sanksi yang diberikan berupa teguran lisan. *Kedua*, sanksi berat, yaitu jenis sanksi yang diberikan kepada mereka yang melanggar dengan kategori peribahasa adat “*Ta ambiok di baliokkan, ta makan dimuntaan*” (terambil dikembalikan, termakan dimuntahkan). Sanksi terhadap pelanggaran ini dapat dibagi kepada tiga macam, yaitu:

- a. Sanksi berupa menanam pohon. Pelanggaran ini bersifat pelanggaran yang tidak disengaja dan perbuatan ini merupakan perbuatan yang dapat dibenar secara rasional dan adat, misalnya mengambil kayu untuk kepentingan umum namun tidak memberitahukan/minta izin terlebih dahulu sebelum pengambilan pohon dilakukan kepada ninik mamak,
- b. Sanksi berupa sejumlah uang. Denda dalam bentuk uang ini dijatuhkan apabila seseorang dinyatakan bersalah, misalnya telah terbukti mengambil kayu dari hutan larangan untuk dijual, maka seseorang tersebut didenda dua kali lipat dari taksiran harga kayu yang dicurinya atau satu ekor kerbau berumur minimal 2 tahun, kemudian kayu tersebut disita untuk kepentingan masyarakat kenegerian Rumbio,
- c. Sanksi berupa pembayaran dalam bentuk tenaga. Denda dalam bentuk tenaga ini dijatuhkan kepada seseorang yang merusak hutan larangan seperti menebang atau mencuri kayu tetapi pelakunya berasal dari ekonomi lemah dan kesalahannya masih tergolong ringan. Sanksi berbentuk denda tenaga ini dijatuhkan kepada seseorang yang dinyatakan bersalah kemudian disuruh membayar dendanya dengan cara disuruh bekerja tanpa ada bayaran upah, seperti memperbaiki masjid, surau yang rusak ringan dan lain sebagainya.

Beberapa strategi perlindungan yang diterapkan di Hutan Larangan Adat Rumbio dapat dilihat pada Tabel 2.4. Upaya

perlindungan lain yang juga dilakukan oleh ninik mamak adalah melalui cerita rakyat yang disebut mitos. Cerita rakyat tersebut beredar dari mulut ke mulut dalam masyarakat mengenai kejadian-kejadian yang aneh di hutan larangan adat, misalnya mendengar suara gong, melihat istana, hal ini muncul apabila ada seseorang yang berniat jahat atau ucapannya takabbur (sombong atau angkuh) mengenai hutan larangan, jika mereka masuk ke dalam hutan larangan maka dia akan tersesat. Beberapa cerita mitos yang lain adalah adanya manusia jadi-jadian di dalam hutan larangan, manusia jadi-jadian adalah sejenis makhluk gaib yang mirip dengan rupa manusia, ia bisa berubah wujud serta mengendalikan diri manusia sesuai keinginannya sehingga seseorang berada dalam kendali makhluk gaib tersebut.

Tabel 2.4 Strategi Perlindungan Hutan di Hutan Larangan Adat Rumbio

No	Strategi Perlindungan	Uraian
1	Pembangunan Pos-Pos Pengamanan	Terdapat pos pengaman di dalam hutan larangan adat Rumbio
2	Dibentuknya SPKP (Sentra Penyuluhan Kehutanan Pedesaan)	Tempat penyuluhan kehutanan pedesaan
3	Melakukan reboisasi	Jika terdapat bagian hutan yang ditebang, maka masyarakat setempat melakukan penanaman kembali dibawah pimpinan Datuk Ulak Simano
4	Melakukan Pengawasan	Masyarakat tanpa komando selalu melakukan pengawasan ke dalam hutan, untuk memastikan keadaan hutan dengan izin Datuk Ulak Simano
5	Penerapan Sanksi	Usaha untuk meningkatkan kelestarian hutan larangan adat melalui penerapan sanksi bagi yang melanggar, yang diatur dalam aturan adat Rumbio

Sumber : Suwondo et al. (2014) dalam Ritonga et al. (2015)

Mitos lain yang berkembang di tengah-tengah masyarakat Kenegerian Rumbio adalah harimau putih penunggu hutan larangan. Cerita ini telah berkembang di masyarakat bahwa akan ada harimau putih yang muncul dengan memberi tanda berupa jejak kaki bila terjadi penyelewengan terhadap sumberdaya hutan atau telah terjadi maksiat di sekitar hutan. Dengan adanya mitos ini membuat langkah masyarakat terhambat untuk berbuat atau berniat jahat terhadap hutan larangan. Apabila mereka melakukan pelanggaran secara sembunyi-sembunyi dengan cara menyelip masuk ke dalam hutan larangan, maka usaha mereka akan terbongkar dikarenakan akan tersesat dan lain sebagainya. Hal inilah yang ditakutkan oleh masyarakat untuk masuk ke hutan larangan dengan niat jahat atau sombong, percaya atau tidak inilah salah-satu metode kearifan lokal yang diterapkan turun-temurun dan bukti nyatanya hutan larangan Adat Rumbio masih ada.

Konservasi adalah suatu usaha pengelolaan yang dilakukan oleh manusia dalam memanfaatkan sumberdaya alam sehingga dapat menghasilkan keuntungan sebesar-besarnya secara berkelanjutan untuk generasi saat ini, serta tetap memelihara potensinya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan generasi yang akan datang. Penanaman nilai-nilai konservasi juga telah diajarkan secara turun temurun di masyarakat adat Kenegerian Rumbio. Ada pepatah atau ajakan yang sangat relevan sekali dengan kegiatan konservasi hutan larangan dan sudah disampaikan secara turun temurun yaitu:

1. *Nan tumbuh dipeliagho, nan titiok ditampuong*, ini adalah ajakan untuk saling menjaga kelestarian hutan dan menjaga satwa serta tanaman langka. Apabila ada suatu (tumbuhan atau hewan) yang dapat tumbuh dan berkembang maka haruslah dipelihara dengan baik, dan jika mereka memberikan hasil atau buah dapat diambil untuk kesejahteraan hidup. Selama ini kebanyakan orang keliru persepsinya tentang konservasi bahwa seolah-olah masyarakat tidak bisa memanfaatkan sumberdaya yang ada dan lingkungannya, masyarakat dipisahkan dari lingkungannya secara paksa padahal mereka telah tinggal secara turun temurun di daerah tersebut, tetapi di masyarakat adat Kenegarian Rumbio tidak seperti itu, masyarakat tetap diizinkan untuk

memanfaatkan sumberdaya hutan dan lingkungan dengan menjunjung tinggi peraturan adat yang berlaku.

2. *Dimano ayu disaghuok, disitu antiong di potaan* (dimana air diambil disitu ranting dipatahkan/ditanamkan). Artinya mengambil air adalah simbol eksploitasi terhadap sumberdaya alam, sementara itu menanam pohon merupakan simbol ikut melestarikan hutan serta simbol kepedulian terhadap persediaan air bawah tanah. Masyarakat harus berperilaku menjaga keseimbangan alam dan tidak hanya mengeksploitasi alam, tetapi juga harus mampu melestarikan alam.

## **2.6. Permasalahan dan tantangan Hutan Adat Rumbio**

Setidaknya ada dua persoalan utama yang dihadapi dalam menjaga kelestarian dan keberadaan hutan larangan adat Kenegarian Rumbio ini, *pertama* adalah perambahan kawasan hutan larangan adat oleh oknum tertentu. Meskipun batas-batas kawasan hutan sudah diperjelas dengan memasang tapas batas dari semen, tetapi tetap ada orang atau oknum tertentu yang tidak memperdulikan keberadaan hutan larangan tersebut. Hal ini juga mungkin terkait dengan makin menyempitnya lahan untuk berkebun. *Kedua*, kurang pedulinya generasi muda terhadap keberadaan hutan larangan adat ini. Permasalahan ini yang harus segera ditanggulangi mengingat ninik mamak dan pemangku adat desa Rumbio banyak yang sudah tua. Jika tidak ada generasi penerus yang peduli dan mau ikut mengelola hutan larangan adat ini, kemungkinan besar hutan larangan adat ini tidak bisa bertahan di masa yang akan datang.

Keberlanjutan dan kelestarian hutan larangan adat Kenegarian Rumbio dimasa yang akan datang hanya dapat dicapai jika partisipasi semua pihak (pemangku adat, pemerintah, alim ulama dan masyarakat) dapat terus menjaga dan melestarikan kearifan-kearifan lokal yang telah ada dan dijalankan bertahun-tahun lamanya dalam pengelolaan Hutan larangan Adat Rumbio demi kesejahteraan bersama masyarakat Rumbio baik saat ini maupun dimasa yang akan datang.



## 2.7. Daftar Pustaka

- Arminuddin, T. Zulfahmi, Armansyah. 2013. Implementasi surat Pengembangan database tumbuhan obat dan serangga hutan larangan adat Rumbio, Kampar. Laporan Penelitian, LPPM UIN SUSKA Riau.
- Elfiandri. 2013. Peranan adat dalam melindungi kelestarian imbo langgan (Hutan Larangan) pada masyarakat adat Kenegerian Rumbio Kabupaten Kampar Propinsi Riau. Jurnal Kutubkhanah, 16(2): 73-81.
- Masriadi. 2011. Hutan Larangan Adat Kenegerian Rumbio. Yayasan Pelopor Kehati (tidak dipublikasikan).
- Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor 35 Tahun 2012.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.47/Menhut-II/2013 tentang pedoman, kriteria dan standar pemanfaatan hutan di wilayah tertentu pada kesatuan pengelolaan hutan lindung dan kesatuan pengelolaan hutan produksi.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 76 Tahun 2008 Tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2002 Tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, Pemanfaatan Hutan dan Penggunaan Kawasan Hutan.
- Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional nomor 5 Tahun 1999 tentang pedoman penyelesaian masalah hak ulayat masyarakat hukum adat.
- Peraturan Daerah Kabupaten Kampar Nomor 12 tahun 1999 Tentang Tanah Ulayat.
- Ritonga, A., Mardhiansyah, M., dan Kausar. 2015. Identifikasi kearifan lokal masyarakat hutan larangan adat Rumbio, Kabupaten Kampar terhadap perlindungan hutan.
- Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan.

# BAB 3

## BIOLOGI PASAK BUMI

### 3.1. Klasifikasi Pasak Bumi

Menurut Angiosperm Phylogeny Group (2003) bahwa klasifikasi tanaman pasak bumi adalah sebagai berikut:

Dunia	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub-Kelas	: Rosidae
Ordo	: Sapindales
Famili	: Simaroubaceae
Genus	: <i>Eurycoma</i>
Spesies	: 1. <i>Eurycoma longifolia</i> , Jack 2. <i>Eurycoma apiculata</i> , A.W. Benn 3. <i>Eurycoma harmandiana</i> , Pierre 4. <i>Eurycoma latifolia</i> , Ridl 5. <i>Eurycoma cochinchinensis</i> , Pierre 6. <i>Eurycoma dubia</i> , Elmer 7. <i>Eurycoma eglandulosa</i> , Merr. 8. <i>Eurycoma merguensis</i> , Planch. 9. <i>Eurycoma tavoyana</i> , Wall.

Dari Sembilan jenis pasak bumi tersebut, yang banyak dilaporkan dan diteliti baru tiga jenis, yaitu *Eurycoma longifolia*, Jack; *Eurycoma harmandiana*, Pierre dan *Eurycoma apiculata*, A.W.Benn. Data terbaru menunjukkan bahwa sembilan jenis pasak bumi diatas berdasarkan kesepakatan para ahli taksonomi, ada Eurycoma yang digabung seperti *Eurycoma cochinchinensis*, Pierre; *Eurycoma merguensis*, Planch; *Eurycoma latifolia*, Ridl; *Eurycoma tavoyana*, Wall digabung/disebut dengan *Eurycoma longifolia*, Jack, sementara *Eurycoma apiculata*, A.W.Been, *Eurycoma harmandiana*, Pierre dan *Eurycoma eglandulosa* tetap sendiri-sendiri, sedangkan *Eurycoma dubia*, Elmer dikeluarkan dari genus Eurycoma dan ternyata adalah spesies yang berbeda dengan nama *Evodia meliifolia*, Benth.

### 3.2. Penyebaran Pasak Bumi

Tanaman pasak bumi hanya ditemukan di Asia Tenggara (Gambar 3.1) yang meliputi Indonesia (Sumatra dan Kalimantan, Heyne, 1987) Malaysia (Nooteboom, 1962; Hanum, 1998), Thailand (Cannon et al., 1980), Philipina (Nooteboom, 1962), Brunei, Kamboja, Laos (Syadara et al., 2014) dan Vietnam.



Gambar 3.1. Penyebaran pasak bumi

### **3.3. Jenis-Jenis Pasak Bumi**

#### **3.3.1. Eurycoma longifolia, Jack**

##### **A. Distribusi**

Pasak bumi jenis *Eurycoma longifolia* banyak ditemukan di negara Indonesia, Malaysia, Thailand, Brunei, Vietnam, Laos, dan Kamboja. Di Indonesia, pasak bumi hanya tumbuh di hutan Sumatera dan Kalimantan (Heyne, 1987). Di Pulau Sumatera, pasak bumi ditemukan di berbagai daerah yang meliputi provinsi Aceh, Sumatera Utara, Riau, yang tersebar di beberapa yaitu Kabupaten Kampar, Rokan Hulu, Kuantan Singingi, Rokan Hilir, dan Pelalawan (Rosmaina dan Zulfahmi, 2013); Taman Nasional Bukit Tiga Puluh (Setyowati dan Wardah, 2007), Jambi di Kabupaten Merangin (Jaliusi dan Muswita, 2013), Bangka Belitung, Lampung di hutan Krui, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan Lampung Barat (Wardah, 2005), Bengkulu di Hutan Sungai Manna-Sungai Nasal, Bengkulu Selatan (Heriyanto et al., 2006) sedangkan di Pulau Kalimantan terdapat di beberapa provinsi, yaitu provinsi Kalimantan Timur di Hutan Kualu Ran, Kabupaten Bulungan (Yusuf, 2005), Kalimantan Barat di Hutan Lindung Gunung Ambawang Bukit Bendera Kecamatan Teluk Pakedai (Erwanto et al., 2004), Kalimantan Tengah di Taman Nasional Bukit Baka, Kota Waringin (Saputra, 2002) dan Saribumi Kusuma (Wahyuningsih et al., 2008).

##### **B. Nama Lokal**

Penyebutan pasak bumi jenis *Eurycoma longifolia* pada masing-masing daerah atau negara berbeda-beda, yaitu:

- a. Di Thailand : Cha-naang(trat), haae phan chan, Hae phan chan, ian don, kha naang, krung baadaan, lai phueak, phiak, plaa-lai-phueak, plaalai phuenk, trueng baadaan, tu wu boh ming, tung so, tuu wu wo ming, yik bo thong, yik mai thung.
- b. Di Malaysia : bedara merah, bedara pahit, bedara putih, bidara pahit, bidara pait, jelas, juak, muntah bumi, payong Ali, penawa pahit, penawar pahit, penawar puteh,

petala bumi, tongkat ali, tongkat baginda, tukar Ali, tungkat Ali.

- c. Di Indonesia : akar jangat semang, atiu kenyah, babi kurus, bedara merah, beseng (Sumatra), bidara laut (Sumatra), bidara pahit, bidara pait, bina, gagaten harimau, kayu petimah, kebel, mempalel, mempел, pasak bumi (Sumatra dan Kalimantan), tongkat ali, tongkat baginda, tungkei ali, tunkat ali, tunket ali, mempoleh (Bangka), pedaro putih (Jambi).
- d. Di Borneo : Sengkayap, Bedara, Ionadiandau, Nuad-mandau, Pait-pait, Sengkanyat, Tombuid.
- e. Di Kambodia : antong sar, antoung sar
- f. Di Laos : tho nan (Laotian)
- g. Di Brunei : Langsia Siam, tungat ali, pasak bumi.
- h. Di Vietnam : Cay ba bonh.

### **C. Tempat tumbuh**

Tumbuhan pasak bumi banyak ditemukan pada tanah masam, berpasir dan beraerasi baik pada ketinggian dibawah 1200 meter diatas permukaan laut (mdpl) (Wong et al., 1995; Hadiah, 2000). Nooteboom (1962) melaporkan bahwa di Malaysia, pasak bumi umumnya tumbuh pada ketinggian di bawah 700 meter dari permukaan laut di hutan pantai pada tanah berpasir. Pasak bumi biasanya ditemukan di hutan primer dan di hutan sekunder bersama dengan jenis Dipterocarpaceae (Wong et al., 1995; Hadiah, 2000) dan juga pada hutan kerangas dan sub-montana ((Wong et al., 1995). Curah hujan berkisar 2000-3000 mm pertahun dengan suhu rata-rata berkisar dari 25-30°C.

### **D. Morfologi**

Heyne (1987) menyatakan bahwa pasak bumi merupakan pohon yang tingginya mencapai 6 m. Hadiah (2000) menyatakan pasak bumi umumnya berbentuk semak, atau pohon kecil yang tingginya

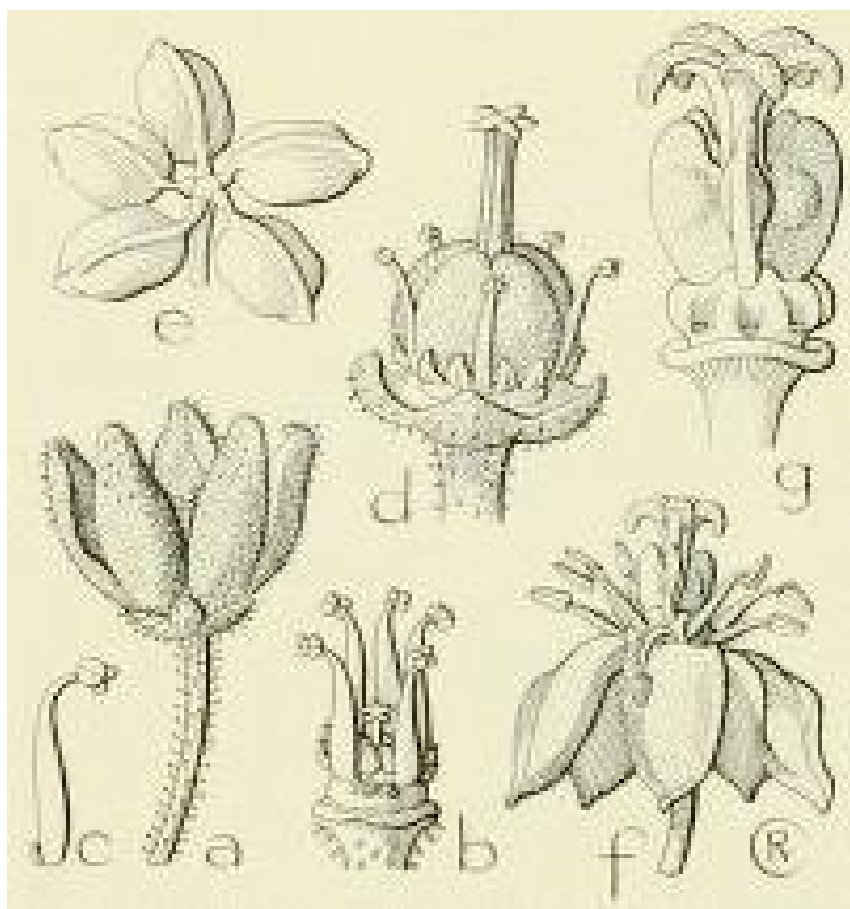
jarang mencapai 10 meter dan diameter batang 15 cm. Batang pasak bumi, umumnya tidak bercabang, berwarna coklat keabu-abuan, dan licin. Daunnya majemuk menyirip, berjumlah ganjil, panjangnya berkisar dari 0.3-1 meter dengan anak daun berjumlah 20-30 pasang, berbentuk oblong, bergelombang, tangkai daunnya berwarna coklat kehitaman dan kedudukan daunnya melingkar (rosette) (Gambar 3.2). Warna anak daunnya hijau tua dengan ukuran berkisar dari 5-25 cm x 1.25-3 cm. Daun muda yang baru berkembang biasanya berwarna antara hijau kekuningan, hijau tua dan coklat.



Gambar 3.2: *Eurycoma longifolia*

(Sumber: W. Muller, Sandakan, June 1960 dalam Nootboom, 1962)

Tangkai bunga tongkat ali tumbuh di celah tangkai daun. Setiap tangkai mengandung banyak cabang, dan terdapat beberapa ratus kuntum bunga berwarna merah ungu. Bunga pasak bumi berwarna merah jingga, lebar bunga 0,6 cm, berbulu halus dengan benjolan kelenjar diujungnya (Gambar 3.3). Bunga pasak bumi memiliki buah dengan panjang 1.25 cm, berbentuk oblong, ketika masak warnanya menjadi kuning kemudian merah. Tumbuhan pasak bumi dapat dikelompokkan kepada tanaman *dioecious* dan *monoecious*, namun yang sering dijumpai adalah tanaman *dioecious*.



Gambar 3.3: Bunga *Eurycoma longifolia*. [a] bunga jantan; [b] bunga jantan yang telah dibuang petal dan sepal, [c] stamen, [d] bunga betina; [e] buah; [f] bunga; [g] ovary (Sumber foto: Flora Malaysia, ser 1 vol 6, Nooteboom, 1962)

Jenis *dioecious* tergolong unik karena terdiri dari pohon jantan dan pohon betina. Pohon jantan dapat menghasilkan buah namun gugur pada saat muda, selain itu pasak bumi jantan memiliki bunga yang dapat tumbuh namun putiknya steril, sedangkan pohon betina mampu menghasilkan benih dan memiliki benang sari namun steril, oleh karena itu proses penyerbukannya kemungkinan dibantu oleh serangga dan sistemnya adalah menyerbuk silang (Padua et al., 1999).

Bunga jantan dan betina pada pasak bumi dapat dibedakan secara mudah berdasarkan ukuran benangsarinya. Bunga betina memiliki benangsari yang besar, sedangkan bunga jantan memiliki benangsari yang tipis dan kecil. Pada beberapa kasus proses penyerbukan dan pembuahan terjadi pada saat bunga masih belum membuka (penyerbukan tertutup/ kleistogami). Letak benang sari yang lebih rendah daripada kepala putik menyebabkan proses penyerbukan pada tipe ini sulit dilakukan, proses penyerbukan hanya terjadi ketika ada vector yang dapat menggerakkan bunga sehingga putik dan benangsari bertemu (Hadijah 2000). Pasak bumi mulai berbunga pada umur sekitar 2-3 tahun, dimana puncak musim berbunga dimulai pada bulan Juni sampai Juli dan puncak berbuah adalah September (Corner 1988) tetapi berdasarkan pengamatan kami di lapangan (Hutan Larangan Adat Rumbio, Riau) pada bulan Oktober masih dapat ditemukan buah.

## **E. Anatomi**

Untuk membedakan satu spesies dengan spesies lain dapat juga dilakukan dengan melihat anatomi spesies tersebut. Organ tanaman yang digunakan bisa batang, akar, maupun daun. Mandang dan Adianto (2007) telah melakukan pengamatan struktur anatomi batang dan akar pasak bumi yang berasal dari daerah Kuok-Kampar, berikut ini adalah hasil pengamatan struktur anatominya:

### **a. Batang**

*Lingkar tumbuh*: batas tidak jelas, tetapi parenkim pita menyerupai batas lingkar tumbuh. *Pembuluh*: baur, 34-73 persen soliter, lainnya berganda radial 2-3 sel, beberapa bergerombol dan berderet tangensial; panjang  $425 \pm 21 \mu$ ; diameter sampai  $203 \mu$ , rata-rata  $99 \pm 6 \mu$ ; frekuensi  $6,2 \pm 0,9$  per  $\text{mm}^2$ ; bidang perforasi sederhana, ceruk antar pembuluh selang seling, bersegi banyak, diameter  $6-11 \mu$ ;



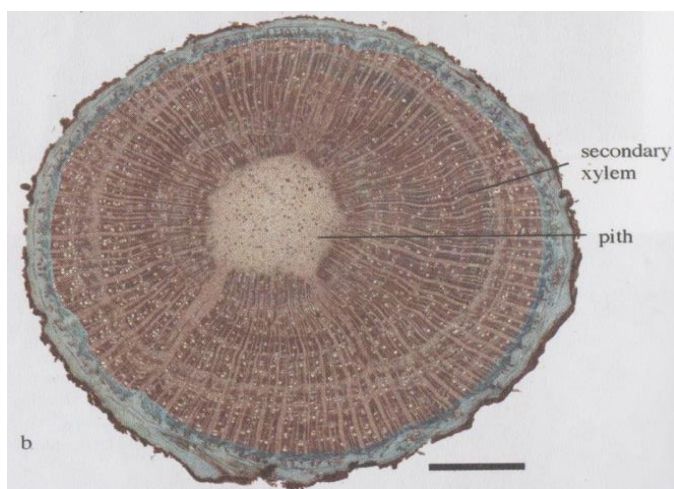
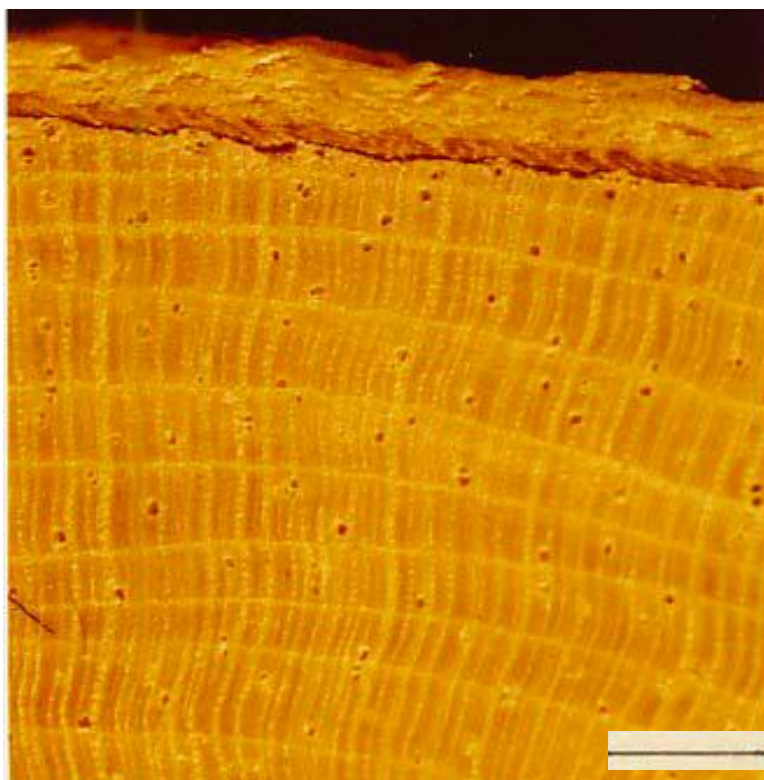
ceruk antar pembuluh dengan jari-jari serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh; tilosis tidak dijumpai, endapan kadang-kadang ada. *Trakeida vaskular* : tidak dijumpai.

*Parenkim*: dua macam, pita setebal 2-5 sel dan berjarak kurang teratur dan vaskisentrik; panjang untai, 3-4 sel. *Jari-jari*: heteroselular dengan 1 atau 1-4 jalur sel tegak; lebar 1- 6 seri; tinggi sampai 2085  $\mu$ , rata-rata  $867 \pm 89 \mu$ ; frekuensi  $7,6 \pm 0,4$  per mm; jari-jari agregat terkadang ada. *Serat*: dengan ceruk halaman yang tegas; ketebalan dinding sedang; panjang  $1040 \pm 46 \mu$ , diameter  $16,7 \pm 0,9 \mu$ , tebal dinding  $4,1 \pm 0,3 \mu$ . *Saluran interselular*: saluran aksial traumatik kadang-kadang ada, tersusun dalam deret tangensial pendek. *Inklusi mineral*: kristal prisma adakalanya dijumpai dalam sel baring jari-jari; silika tidak dijumpai. Penampang lintang batang kayu *E. longifolia* disajikan dalam Gambar 3.4.

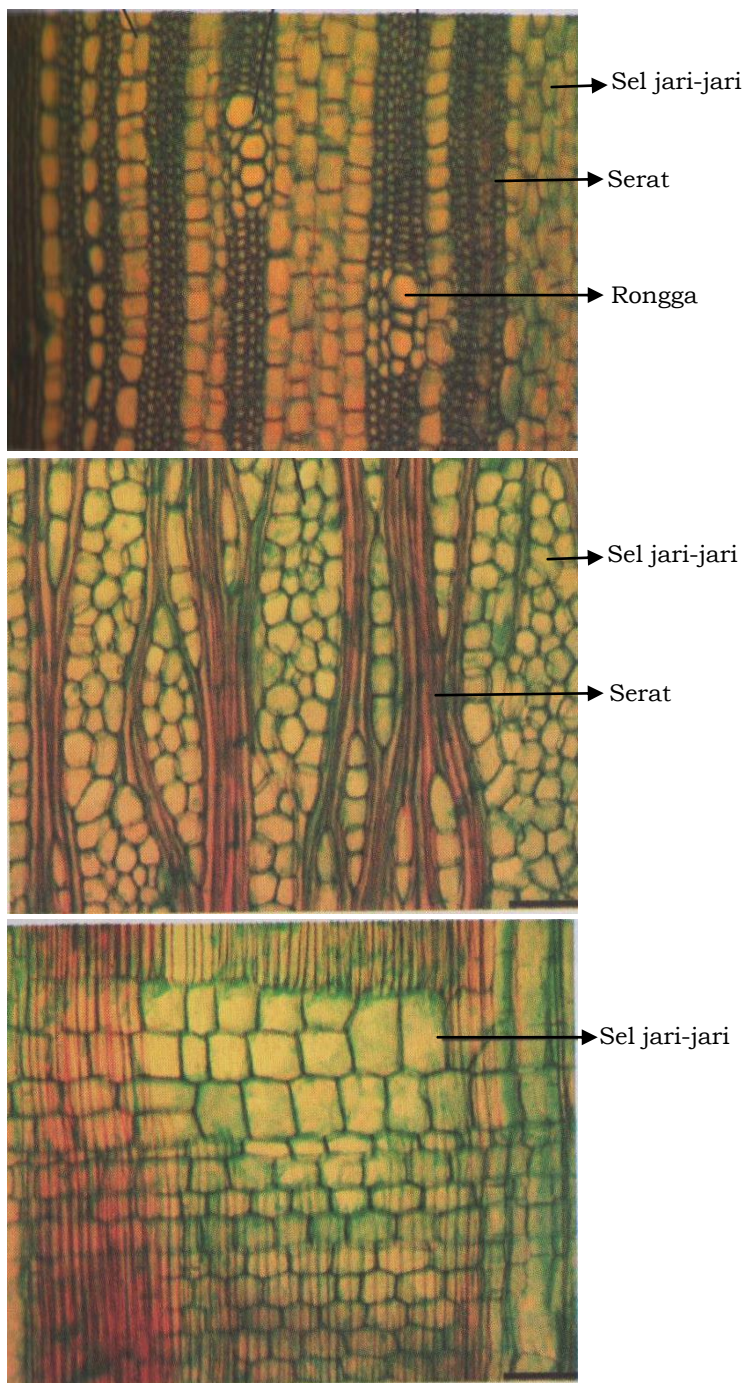
b. Akar

Penampang akar kayu *E. longifolia* disajikan dalam Gambar 2.5. *Lingkar tumbuh*: batas tidak jelas, tetapi parenkim pita menyerupai batas lingkar tumbuh. *Pembuluh*: baur, 30-95 persen soliter, lainnya berganda radial 2-3 sel, beberapa bergerombol dan berderet tangensial; panjang  $424 \pm 27 \mu$ ; diameter sampai 214  $\mu$ , rata-rata  $88 \pm 8 \mu$ ; frekuensi  $9,4 \pm 1,3$  per  $\text{mm}^2$ ; bidang perforasi sederhana, ceruk antar pembuluh selang-seling, bersegi banyak, diameter 7-9  $\mu$ ; ceruk antar pembuluh dengan jari-jari serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh; tilosis tidak dijumpai, endapan kadang-kadang ada. *Trakeida vaskular* : ada pada akar cabang pohon dewasa walau jarang

*Parenkim*: dua macam, pita setebal 2-5 lapis sel dan berjarak kurang teratur dan vaskisentrik; panjang untai 3-4 sel. *Jari-jari*: heteroselular dengan 1-3 atau 1-4 jalur sel tegak; lebar 1-3 - 6(8) seri; tinggi sampai 1800  $\mu$ , rata-rata  $919 \pm 131 \mu$ ; frekuensi  $8,9 \pm 0,5$  per mm. *Serat*: dengan ceruk halaman yang tegas; ketebalan dinding sedang; panjang  $1017 \pm 66 \mu$ , diameter  $17,8 \pm 0,7 \mu$ , tebal dinding  $3,6 \pm 0,2 \mu$ . *Inklusi mineral*: kristal dan silika tidak dijumpai.



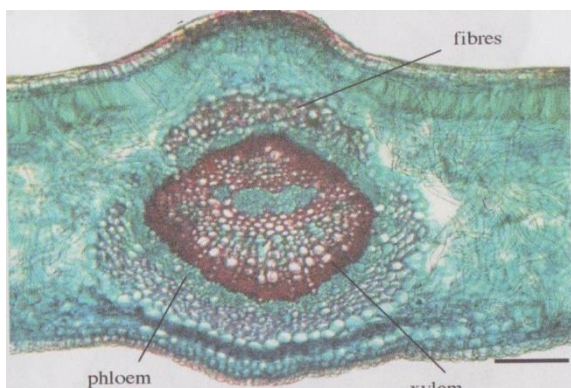
Gambar 3.4. Penampang lintang batang Pasak Bumi  
(Sumber foto: [a] Mandang dan Erwanto, 2004; [b] Hussin, 2006).



Gambar 3.5: Anatomi bagian akar *E. longifolia*. [a] bidang lintang; [b] bidang tangensial; [c] bidang radial (sumber: Hussin, 2006)

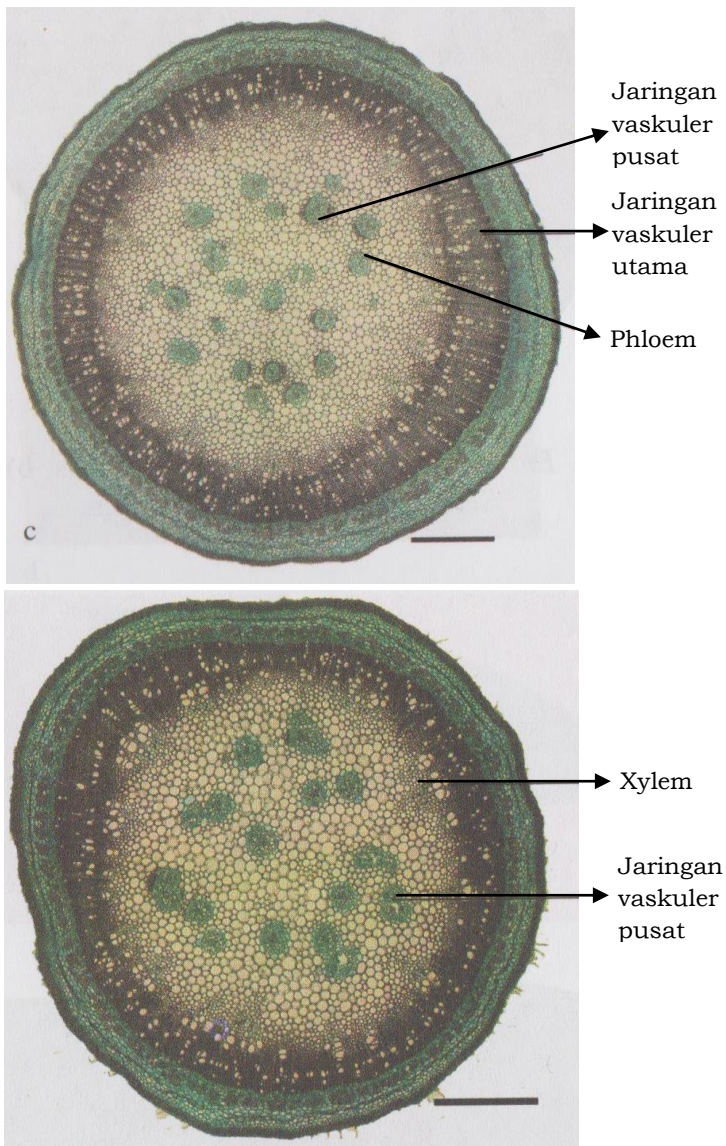
Penelitian anatomi *Eurycoma longifolia* juga dilakukan oleh Hussin (2006) dengan menggunakan organ daun tanaman dengan hasil sebagai berikut:

- a. Lamina: epidermis bawah daun 1-1,5 kali lebih tinggi dari lebar, epidermis abaxial 2 kali lebih lebar dari yang tinggi, dinding luar epidermis abaxial diproyeksikan ke dalam papila, adanya hipodermis dibagian bawah daun, palisade dalam satu lapisan sel, mesofil spons 10-12 lapis sel, sclereids bercabang-cabang melalui palisade dan mesofil spon yang berlimpah, kristal tidak ada, trikoma sederhana, uniseluler.
- b. Pelepah (midrib): permukaan bawah sedikit berpunuk, permukaan abaxial sedikit cembung, collenchyma tidak ada. Jaringan pembuluh: bertipe tertutup, terputus-putus; trikoma tidak ada, sel sekretori tidak terlihat, kristal tidak ada (Gambar 3.6).
- c. tangkai daun (petiole) : bundar, jaringan luar 7-8 lapis sel parenkim, jaringan pembuluh: bertipe tertutup, kumpulan jaringan pembuluh atau floem hanya di daerah pusat (tengah); selubung terdiri dari kelompok serat, trikoma sederhana, uniseluler, kristal tidak ada (Gambar 3.7a)
- d. Rachis: berbentuk sub-melingkar; struktur seperti tangkai daun; trikoma simples, uniseluler (Gambar 3.7b)



Gambar 3.6: Anatomi anatomi midrib *Eurycoma longifolia*.  
(Sumber: Hussin, 2006)





Gambar 3.7: Anatomi bagian daun *Eurycoma longifolia*. [a] anatomi tangkai daun atau petiole; [b] anatomi rachis. (Sumber: Hussin, 2006)

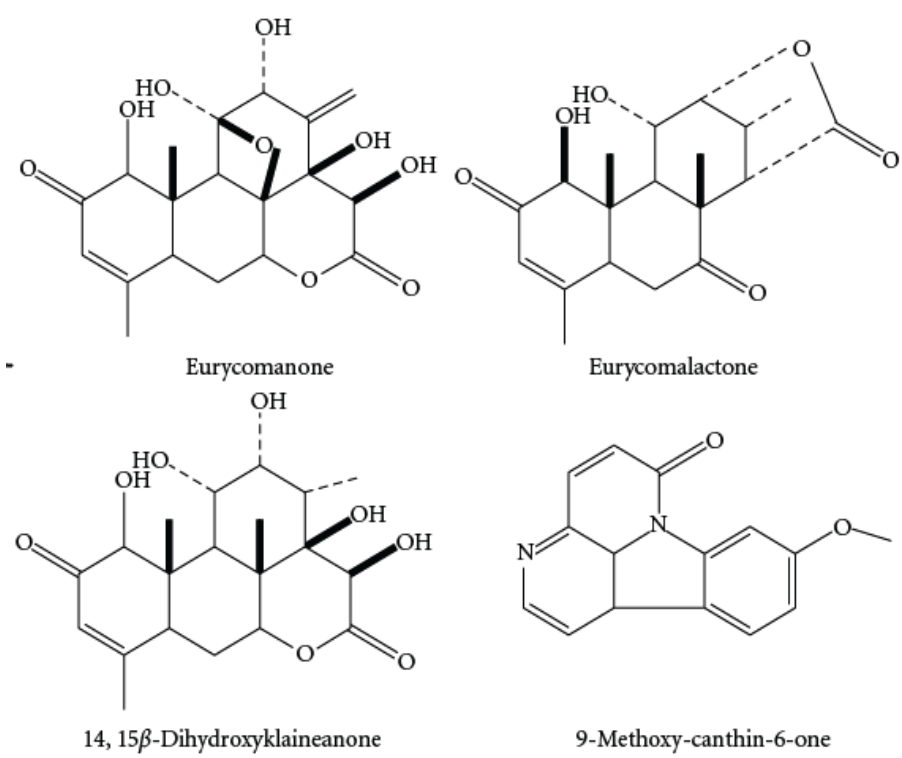
## F. Kandungan senyawa bioaktif dan manfaatnya

Tumbuhan pasak bumi telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat tradisional untuk keperluan penyembuhan berbagai penyakit. Kajian etnobotanis telah dilakukan terhadap pasak bumi pada masing-masing bagian tumbuhan. Akar tumbuhan ini dicampur dengan tumbuhan obat lain seperti kayu manis dan digunakan untuk tonik penyehat di Sabah. Selain itu, di Malaysia kulit akarnya digunakan juga sebagai penawar demam, penyembuh luka-luka digusi atau gangguan cacing serta tonikum setelah melahirkan. Bagian kulit batang digunakan untuk koagulan darah setelah melahirkan, sedangkan di Kalimantan dan Sabah kulit batang digunakan untuk mengobati nyeri pada tulang. Daun pasak bumi yang muda dan buah pasak bumi digunakan sebagai obat disentri, demikian juga bunga dan buah pasak bumi di Vietnam digunakan sebagai obat disentri (Panjaitan *et al.*, 2009).

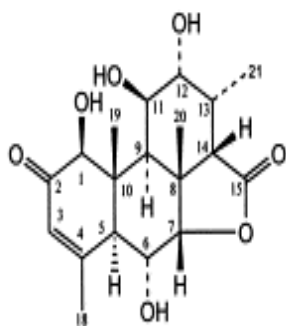
Kegunaan tumbuhan ini dalam pengobatan meliputi semua bagian tumbuhan. Akarnya biasa digunakan sebagai obat kuat, penurun panas, antimalaria, dan disentri. Kulit dan batangnya biasa pula digunakan untuk mengobati demam, sariawan, sakit tulang, cacing perut, serta sebagai tonik setelah melahirkan. Daunnya digunakan untuk mengobati penyakit gatal sedangkan bunga dan buahnya bermanfaat dalam mengobati obat sakit kepala, sakit perut, dan nyeri tulang (Uji, 1999).

Hasil analisis yang telah dilakukan oleh beberapa ahli baik dari Malaysia, Jepang, Thailand juga Indonesia menyatakan bahwa dalam akar pasak bumi terdapat kandungan kimia : (1) aervin, (2) kampesterol, (3) kantan-6-on,9-hidroksi, (4) kantan-6-on, 9-hidroksi,n-oksida, (5) kantan-6-on, 9-metoksi, (6) kantan-6-on,9-metoksi,n-oksida, (7) karbolina,  $\beta$ -1-asid propionik, (8) karbolina,-7-metoksi, 1-asid propionik, (9) eurikomalakton, (10) eurikomanol, (11) eurikomanol, 13- $\beta$ -18-dihidro, (12) eurikomanol,-2- $\beta$ -D-glukosida, (13) eurikomanon, (14) eurikomanona, 13-21-dihidro, (15) eurikomanona, 13-beta-21-dihidroksi, (16) klainanon, 14-15-beta-dihidroksi, (17) klainanon,14-15-dihidroksi, (18) longilaston, (19)  $\beta$ -sitosterol, (20) stigmasterol. Beberapa senyawa aktif *Eurycoma longifolia* yang sering diisolasi dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan 3.9.

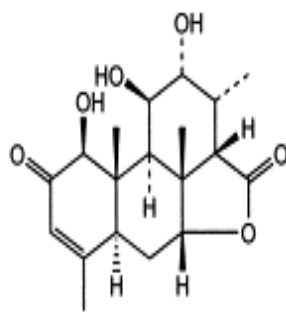
Berdasarkan kajian farmakologis diperoleh informasi bahwa senyawa *canthin* pada pasak bumi mampu menghambat pertumbuhan sel kanker, senyawa turunan *eurycomanone* sebagai anti malaria, senyawa *quassinoid* berfungsi sebagai anti leukimia, dan prospektif untuk anti *Human Immunodeficiency Virus* (HIV), serta senyawa *dihydroxyklaineaneone* yang berfungsi sebagai afrodisiak (Susilowati, 2008).



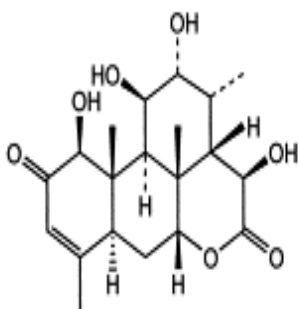
Gambar 3.8. Beberapa senyawa bioaktif *Eurycoma longifolia* yang sering diisolasi dan digunakan untuk obat-obatan komersial.



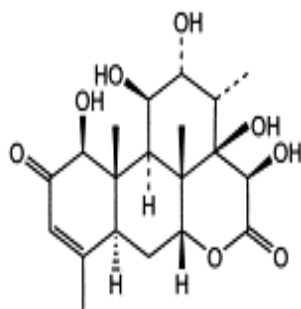
**1 : longilactone**



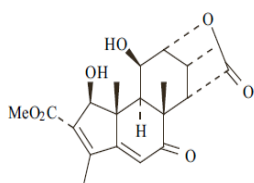
**2 : dehydrolongilactone**



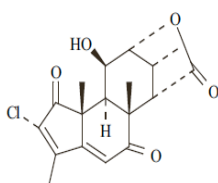
**4 : 15β-hydroxyklaineaneone**



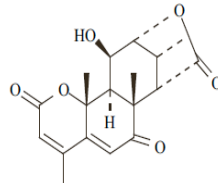
**5 : 14,15β-dihydroxyklaineaneone**



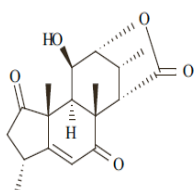
**80**



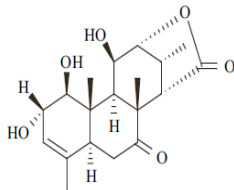
**81**



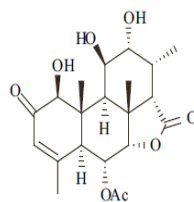
**82**



**83**



**84**



**85**

Gambar 2.9: Beberapa senyawa bioaktif *Eurycoma longifolia*  
(Sumber Guo et al. 2005)



### 3.3.2. *Eurycoma apiculata*, A.W.Benn

#### A. Distribusi

Semenanjung Malaysia dan pulau Sumatera (Indonesia), Kambodia, Laos, dan Thailand.

#### B. Nama Lokal

Nama lokal pasak bumi jenis *Eurycoma apiculata* pada masing-masing daerah atau negara berbeda-beda, yaitu:

- a. Di Thailand : hae phan chan, phiak, plaa-lai-phuek, plaalai phuenk.
- b. Di Malaysia : bedara merah, bedara pahit, bedara putih, payong Ali, penawa pahit, penawar pahit, juak, tongkat ali, tongkat baginda, tungkat Ali.
- c. Di Indonesia : akar jangat semang, babi kurus, bedara merah, beseng, bidara laut, bidara pahit, bina, gagaten harimau, kayu petimah, kebel, mempalel, mempел, pasak bumi, tongkat ali, tongkat baginda, tungkei ali, tunkat ali, tunket ali.
- d. Di Kambodia : antong sar, antoung sar
- e. Di Laos : tho nan
- f. Di Brunei : Langsia Siam, tungat ali, pasak bumi.
- g. Di Vietnam : C[aa]y b[as] b[eej]nh.

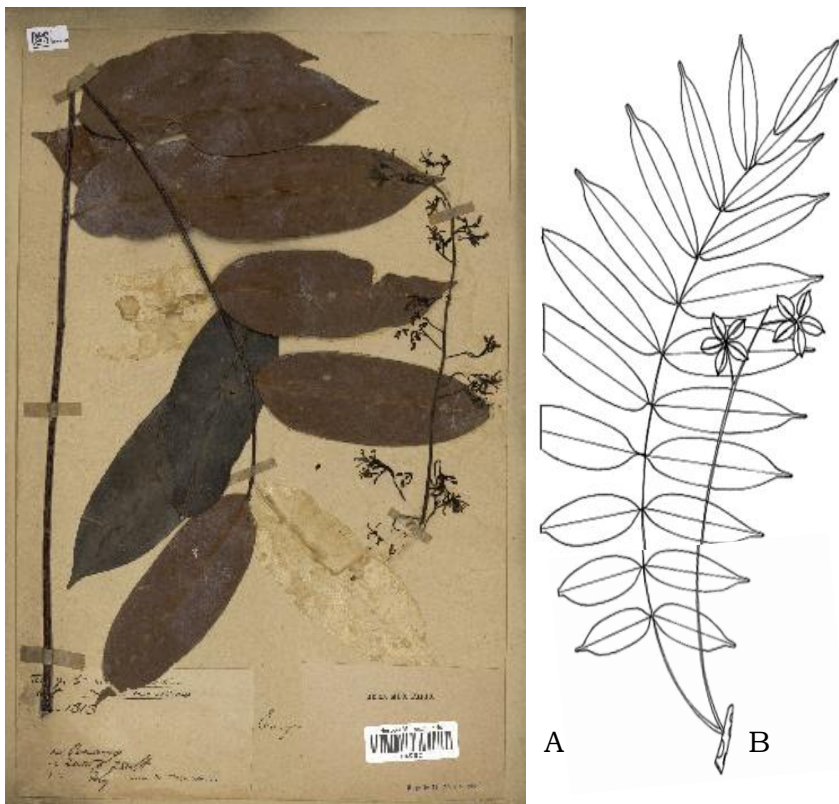
#### C. Tempat Tumbuh

*Eurycoma apiculata* umumnya ditemukan di hutan primer dan sekunder sama halnya dengan *E. Longifolia*.

#### D. Morfologi

*Eurycoma apiculata* adalah pohon kecil atau semak yang tumbuh dengan tinggi berkisar dari 1,5 – 5 m, dengan kulit batang yang sedikit kasar coklat kekuningan dengan warna abu-abu. Daun tidak teratur di bagian atas batang, dengan panjang dapat mencapai 40-

55 cm, berbentuk majemuk menyirip (imparipinnate), rachis yang ramping dan memiliki sekitar 19 pasang anak daun yang sessile, berukuran 8-14 cm x 2-4 cm, biasanya agak kasar, tipis, tumpul sampai acuminate, bagian dasar anak daun bulat, dan sub-akut pada ujung daunnya, dengan urat daun yang reticulate (reticulate venation). folioles menunjukkan 16 pasang urat sekunder (secondary nerves) yang diskrit. Bunga berwarna merah muda (pink) dan kecil, memiliki 4 buah kelopak bunga dengan gundul dibagian dan sama lebar. Stigmanya adalah sessile diatas ovarium yang pendek. Buahnya ada yang sampai lima buah, berwarna oranye, bertangkai pendek, berbentuk bulat panjang (elipsoid), bulat telur, dan ukuran 1 cm x 5 mm - 1,7 – 2 cm x 1,2 cm (Nooteboom, 1962).



Gambar 3.10 *Eurycoma apiculata* [a] Herbarium *Eurycoma apiculata* dari [www.plantillustration.org](http://www.plantillustration.org); [b] *Eurycoma apiculata* (dari: flora of Peninsular Malaysia, field collector: C.F. Symington. Botanical identification: H.P. Nooteboom, 1960).



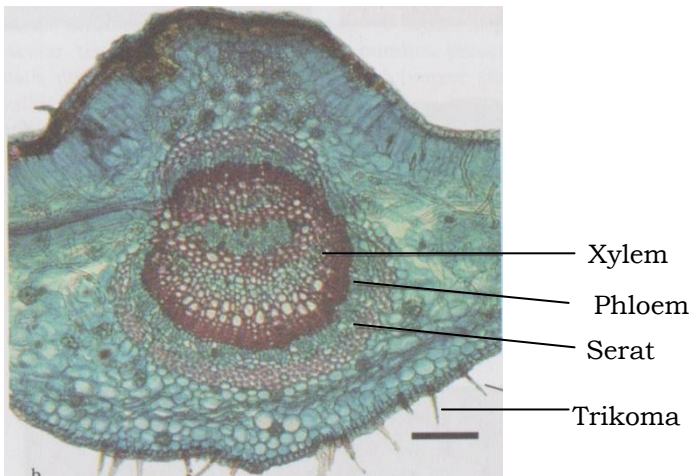
Gambar 3.11: *Eurycoma apiculata* oleh L.J. Hutchison (Sumber: Riddey, H.N. 1922-1925. The Flora of the Malay Peninsula. 1: 362. [www.Plantillustration.org](http://www.Plantillustration.org)).

## E. Anatomi

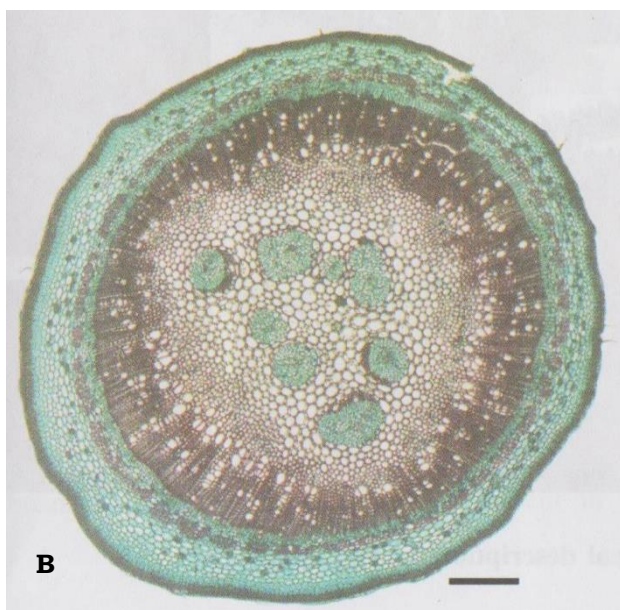
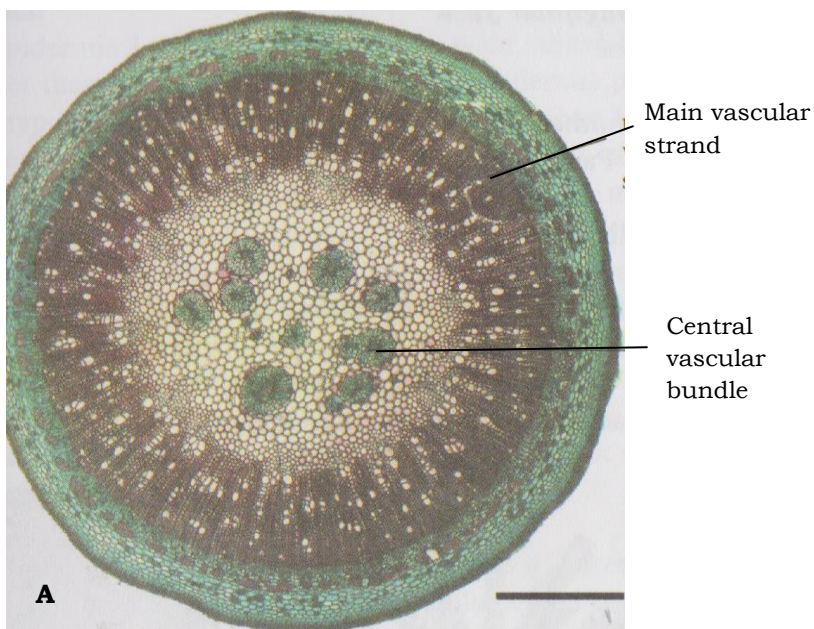
Pengamatan anatomi pasak bumi jenis *Eurycoma apiculata*, sampai saat ini hanya dilaporkan oleh Hussin (2006) yaitu sebagai berikut:

- a. epidermis: dinding anticlinal bawah daun bergelombang, dinding antiklinal abaxial lurus; stomata anomocytic sampai cyclocytic.
- b. Lamina: epidermis (adaxial) 1-1,5 kali lebih tinggi dari lebar, epidermis abaxial 2 kali lebih lebar dari tinggi, hipodermis terlihat secara parsial dibawah epidermis abaxial; palisade satu lapisan sel, mesofil spons 10-12 lapis sel, sclereids daun bercabang-cabang melalui palisade dan mesofil spons. kristal tidak ada; trikoma: sederhana, uniseluler.

- c. Pelepah daun (midrib) : permukaan adaxial cembung, permukaan abaxial sedikit berbusur. Sel kolenchyma tidak ada. Jaringan pembuluh bertipe tertutup, sclerenchyma terputus-putus; trikoma: sederhana, uniseluler. sel sekretori tidak terlihat, kristal tidak ada (Gambar 3.12)
- d. Tangkai daun (petiol): berbentuk bundar, jaringan bagian luar terdiri dari 7-8 lapisan sel parenkim. Jaringan pembuluh: berjenis tertutup, ada central vascular bundle; sclerenchyma terdiri dari sekelompok serat, trikoma sederhana, uniseluler, kristal tidak ada (Gambar 3.13a).
- e. rachis: berbentuk sub-melingkar; Struktur seperti tangkai daun; trikoma sederhana, uniseluler (Gambar 3.13b.)



Gambar 3.12: Anatomi pelepah daun (midrib) *Eurycoma apiculata* skala 100  $\mu\text{m}$  (Sumber: Hussin, 2006)



Gambar 3.13: Anatomi *Eurycoma apiculata*, [A] tangkai daun (petiole) skala 500  $\mu\text{m}$  dan [B] rachis dengan skala 250  $\mu\text{m}$   
(Sumber: Hussin, 2006)

## **F. Kandungan Senyawa Bio-aktif dan Manfaat**

Sampai saat ini belum dilaporkan apa kandungan bio-aktif yang ada di dalam *Eurycoma apiculata*, tetapi kami menduga tidak jauh berbeda dengan kandungan senyawa bioaktif dari *Eurycoma longifolia*. Beberapa laporan menyatakan bahwa akar *Eurycoma apiculata* yang direbus dalam air panas, dapat bersifat sebagai afrodisiak, mengurangi nyeri pada tulang, dan untuk mengurangi demam, diare, dan mengempis pembengkakan sedangkan rebusan daun dapat digunakan untuk menghilangkan gatal-gatal pada kulit, menyembuhkan luka dan bisul, serta mengurangi sakit kepala.

### **3.3.3. *Eurycoma harmandiana*, Pierre**

#### **A. Distribusi**

Penyebaran *Eurycoma harmandiana* meliputi bagian selatan Laos, Kamboja dan Northeast Thailand.

#### **B. Nama lokal**

*Eurycoma harmandiana* di Thailand dikenal dengan nama Ian- don (Kanchanapoom et al., 2001a; b) dan di Laos dikenal dengan Ien-don (Syadara et al., 2014).

#### **C. Tempat Tumbuh**

Jenis ini banyak ditemukan di hutan dipterocarp kering atau hutan campuran, juga di padang rumput, disepanjang sungai yang berbatu atau tanah berpasir, biasanya ditemukan berasosiasi dengan tumbuhan *Dipterocarpus obtusifolius*, *D. tuberculatus*, bamboo and *Imperata cylindrica*.

#### **D. Morfologi**

Tumbuhan *Eurycoma harmandiana* berbentuk semak dengan tinggi mencapai 50 cm. Batang berwarna hitam atau merah tua. Daun, menyirip, majemuk, dengan panjang berkisar 8-20 cm, anak daun lurus, dengan lebar 5-8 mm. Bunga tersusun dari panicle dengan panjang 10-20 cm, berwarna cokelat, dengan bunga yang kecil berwarna merah muda sampai merah. Buah berwarna merah, bulat



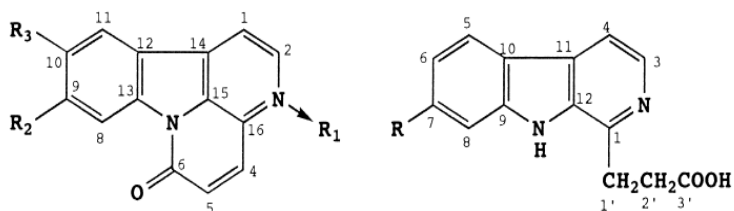
dengan ukuran 5-8 x 4-7 mm. Contoh tanaman *Eurycoma harmandiana* dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. *Eurycoma harmandiana* (Sumber: [www.tabi.la/ ..../Eurycoma%20harmandiana%20IANDORNmanual.doc](http://www.tabi.la/..../Eurycoma%20harmandiana%20IANDORNmanual.doc))

### E. Kandungan Senyawa Bioaktif dan Manfaat

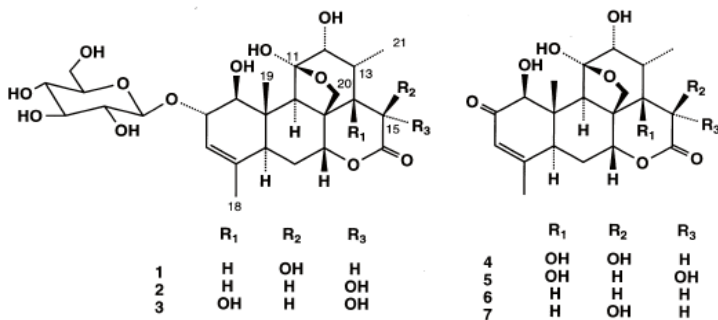
*Eurycoma harmandiana* memiliki kandungan senyawa bioaktif kelompok alkaloid (Kanchanapoom et al., 2001a) dan quassinoid (Kanchanapoom et al., 2001b). Kelompok senyawa alkaloid terdiri dari: canthin-6-one 9-O-b-glucopyranoside dan 7-hydroxy-b-carboline 1-propionic acid, canthin-6-one N-oxide canthin-6-one alkaloids, b-carboline alkaloids, 9-hydroxycanthin-6-one, canthin-6-one, 9-methoxycanthin-6-one, 9,10-dimethoxycanthin-6-one, b-carboline 1-propionic acid dan 7-methoxy-b-carboline 1-propionic acid (Kanchanapoom et al., 2001a), sedangkan kelompok senyawa quassinoids terdiri dari: iandonosides A, iandonosides B and iandonone, casteloside B, 21-dihydroeurycomanone, chaparrinone, glaucarubolone, ailanquassin B, coumarin, dan scopoletin (Kanchanapoom et al., 2001b). Beberapa contoh senyawa alkaloid dan quassinoid dapat dilihat pada Gambar 3.15.



	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	-	OGlc	H
2	-	OH	H
3	-	OMe	H
4	-	OMe	OMe
5	-	H	H
6	O	H	H

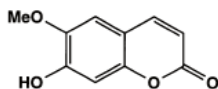
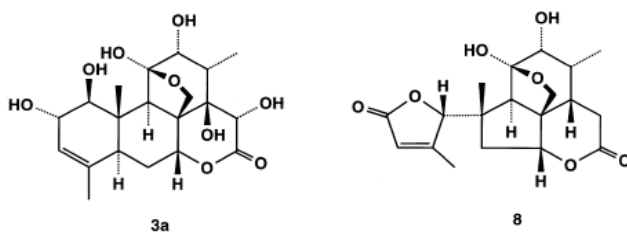
Glc :  $\beta$ -glucopyranosyl

	R
7	H
8	OH
9	OMe



	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1	H	OH	H
2	H	H	OH
3	OH	H	OH

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
4	OH	OH	H
5	OH	H	OH
6	H	OH	H
7	H	OH	H



9

Gambar 2.15. Senyawa bioaktif *Eurycoma harmandiana*. Kelompok alkaloid (bagian atas) dan kelompok quassinoid (bagian bawah.)



### 3.4. Daftar Pustaka

- [APG] Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Cannon, J.R., Darpawan, P., Lojanapiwata, V., Phuriyakor, B., Sinchai, W., Sirirugsa, P., Suvatabhandhu, K., dan Wiriyaichitra, D. 1980. A Contribution to the Thai Phytochemical Survey. *J. Sci. Soc. Thailand*, 6 : 46-53
- Erwanto, W., Muin, A., Dewantara, I. 2004. Sebaran Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.) Di berbagai Ketinggian Tempat pada Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang Bukit Bendera Kecamatan Teluk Pakedai. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Guo, Z., Vangapandu, S., Sindelar, R.W., Walker, L.A. and Sindelar, R.D. 2005. Biologically Active Quassinoids and Their Chemistry: Potential Leads for Drug Design. *Current Medicinal Chemistry*, 12: 173-190
- Hadijah, J.T. 2000. *Eurycoma longifolia* Jack (Pasak Bumi). *Eksplorasi*, 2: 6.
- Hanum, I.F., Ibrahim, A.Z., Khamis, S., Nazre, M., Lepun, P., Rusea, G., Lajuni, J.J., Latief. A. 2001. An Annotated Checklist of Higher Plants in Ayer Hitam Forest Reserve Puchong. *Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science*, 24(1): 63-78.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid III. Jakarta : Badan Litbang Kehutanan.
- Hussin, K. 2006. Anatomical atlas of Malaysian medicinal plants. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Heriyanto, N.M., Sawitri, R. dan Subiandono, E. 2006. Kajian Ekologi dan Potensi Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.) di Kelompok Hutan Sungai Manna-Sungai Nasal, Bengkulu. *Buletin Plasma Nutfah*, 12(2): 69-75

- Jaliusi dan Muswita. 2013. Eksplorasi Pengetahuan Lokal tentang Tumbuhan Obat di Suku Batin, Jambi. *Biospecies*, 6(1): 28-37.
- Kanchanapoom, T., Kasai, R., Chumsri, P., Hiraga, Y., & Yamasaki, K. 2001a. Canthin-6-one and b-carboline alkaloids from *Eurycoma harmandiana*. *Phytochemistry* 56: 383-386
- Kanchanapooma, T, Kasai, R., Chumsric, P., & Yamasaki, K. 2001b. Quassinoids from *Eurycoma harmandiana*. *Phytochemistry* 57: 1205-1208
- Mandang, Y. I. & Andianto. 2007. Anatomi Kayu Pasak Bumi dan Beberapa Jenis Terkait. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 1-24
- Nooteboom, H.P. 1962. Simaroubaceae. In *Flora Malesiana* ed. C.G.GJ. van Steenis. 6: 203-206. N.V. Dijkstias Drukkery, The Netherlands.
- Panjaitan, R. G. P., Jayuska, A, Harahap, Z., dan Zakiah, Z. 2009. Pemberian Akar Pasak bumi (*eurycoma longifolia* jack.) Pada induk laktasi untuk meningkatkan Bobot badan anak mencit. *Makara Sains*, 13(2): 195-199
- Riddey, H.N. 1922-1925. The Flora of the Malay Peninsula. 1: 362. [www. Plantillustration.org](http://www.Plantillustration.org).
- Rosmaina dan Zulfahmi. 2013. Genetic Diversity of *Eurycoma longifolia* Jack Based on Random Amplified Polymorphic DNA Marker. *Journal of Tropical Forest Management*, XIX (2): DOI: 10.7226/jtfm.19.2.
- Saputro A. 2002. Studi Penyebaran Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack.) Di Kawasan Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya Desa Tumbang Kaburai Kecamatan Katinga Hulu Kabupaten Kota Waringin Timur Kalimantan Tengah. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Setyowati, F.M., dan Wardah. 2007. Keanekaragaman Tumbuhan Obat Masyarakat Talang Mamak di Sekitar Taman Nasional Bukit Tigapuluh, Riau. *Biodiversitas*, 8(3): 228-232
- Sydara, K., Xayvue, M., Souliya, O., Elkington, B.G., Suejarto, D.D. 2014. Inventory of medicinal plants of the Lao People's

Democratic Republic: A mini review. *Journal of Medicinal Plant Research*, 8(43): 1262-1274

- Uji. T. 1999. *Eurycoma longifolia* Jack dalam dePadua, L.S., Bunyapraphatsara, N. and Lemmens, R.H.M.J. (Editors). *Plant Resources of South-East Asia No. 12(1): Medicinal and poisonous plants 1*. Backhuys Publisher, Leiden, The Netherlands. pp. 272-275
- Wahyuningsih, M.S.H., Wahyuono, S., Santosa, D., Setiadi, J., Soekotjo, Widiastuti, S. M., Rakhmawati, R., Wahyuni, D.S.C. 2008. Eksplorasi Tumbuhan dari Hutan Kalimantan Tengah sebagai Sumber Senyawa Bioaktif, *Biodiversitas*, 9 (3): 169-172
- Wardah. 2005. Keanekaragaman jenis tumbuhan di kawasan hutan krui, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Lampung Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(3): 477-484.
- Wong KM, Soepadmo E. 1995. *Tree Flora of Sabah and Sarawak*. Vol ke-1. Sabah: Sabah Forestry Departement and Forest Research Institute Malaysia.
- Yusuf, R. 2005. Keanekaragaman dan Potensi Jenis Tumbuhan Hutan Sekunder di Kuala Ran, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Timur. *BioSMART*, 7 (1): 37-43
- Yusuf, H., Mustofa, Wijayanti, M. A, Susidarti, R. A., Asih, P. B.S., Suryawati and Sofia. 2013. A New Quassinoid of Four Isolated Compounds from Extract *Eurycoma longifolia*, Jack Roots and Their In-Vitro Antimalarial Activity. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4 (3): 728-734.

# **BAB 4**

## **JENIS PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT**

### **4.1. Pendahuluan**

Keragaman organisme dapat dikelompokkan menjadi tiga tingkatan, yaitu keragaman pada tingkat ekosistem, keragaman pada tingkat spesies dan keragaman pada tingkat gen. Keragaman pada tingkat ekosistem adalah keragaman yang mencakup bentuk dan susunan bentang alam, daratan maupun perairan, di mana makhluk atau organisme hidup (tumbuhan, hewan dan mikroorganisme) berinteraksi dan membentuk keterkaitan dengan lingkungan fisiknya. Menurut UU No. 5 Tahun 1990, Ekosistem adalah sistem hubungan timbal balik antara unsur dalam alam, baik hayati (komponen biotik) maupun non-hayati (komponen abiotik) yang saling tergantung dan saling mempengaruhi. Komponen biotik meliputi berbagai jenis makhluk hidup mulai yang bersel satu (uni seluler) sampai makhluk hidup bersel banyak (multi seluler) yang dapat dilihat langsung. Komponen abiotik meliputi iklim, cahaya, batuan, air, tanah, dan kelembaban. Ini semua disebut faktor fisik. Selain faktor fisik, ada faktor kimia, seperti salinitas (kadar garam), tingkat keasaman, dan kandungan mineral. Perbedaan kondisi komponen abiotik (tidak hidup) pada suatu daerah menyebabkan

jenis makhluk hidup (biotik) yang dapat beradaptasi dengan lingkungan tersebut berbeda-beda. Kedua komponen biotik dan abiotik ini satu dengan lainnya saling ketergantungan sehingga perbedaan komponen biotik dan abiotik membentuk lingkungan (ekosistem) yang berbeda pula. Munculnya keanekaragaman ekosistem disebabkan adanya variasi keberadaan komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem itu sendiri.

Keanekaragaman jenis adalah keragaman jenis organisme yang menempati suatu ekosistem, di darat maupun di perairan, dimana masing-masing organisme mempunyai ciri yang berbeda satu dengan yang lain. Spesies atau jenis memiliki pengertian, individu yang mempunyai persamaan secara morfologis, anatomis, fisiologis dan mampu saling kawin dengan sesamanya (inter hibridisasi) yang menghasilkan keturunan yang fertil (subur) untuk melanjutkan generasinya. Spesies juga dapat didefinisikan secara biologis dan morfologis. Secara biologis, spesies adalah sekelompok individu yang berpotensi untuk berreproduksi diantara mereka, dan tidak mampu berreproduksi dengan kelompok lain. Sedangkan secara morfologis, spesies adalah sekelompok individu yang mempunyai karakter morfologi, fisiologi atau biokimia berbeda dengan kelompok lain.

Keanekaragaman gen adalah keragaman individu di dalam suatu spesies. Keragaman ini disebabkan oleh perbedaan sekuen nukleotida dalam gen yang menyandikan karakter pada masing-masing individu. Gen adalah faktor pembawa sifat yang dimiliki oleh setiap organisme serta dapat diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dua individu yang memiliki struktur dan urutan gen yang sama, belum tentu memiliki bentuk yang sama pula karena faktor lingkungan mempengaruhi penampakan (fenotipe) atau bentuk. Pengaruh keadaan lingkungan terhadap sifat atau ciri setiap makhluk hidup adalah merupakan sunnatullah yang perlu kita tafakuri sebagaimana firman-Nya dalam Al Qur'an :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَوِّرَاتٌ ۖ وَجَنَّتْ ۖ مِنْ أَعْنَبٍ ۖ وَزَرْعٍ وَنَخِيلٍ  
صِّنَوَانٍ ۖ وَغَيْرِ صِّنَوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَ لُبُّ بَعْضِهَا عَلَىٰ بَعْضٍ  
فِي الْأَكْلِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤١﴾

Artinya:

“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.” (QS. Ar Ra’d [13] : 4)

❁ وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ  
وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ. وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّاتُ  
مُتَشَكِّبًا وَغَيْرَ مُتَشَكِّبٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا  
حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ  
الْمُسْرِفِينَ

Artinya:

“Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebun yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon kurma, tetumbuhan yang beraneka ragam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya), dan tidak sama (rasanya). Makanlah dari buahnya (yang beraneka ragam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan dikeluarkan zakatnya); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.” (QS. al-An’aam [6]: 141).

Pada bagian ini akan dijelaskan jenis-jenis pasak bumi yang ada di hutan larangan adat Kenegerian Rumbio berdasarkan hasil eksplorasi yang telah kami lakukan. Jenis-jenis pasak bumi ini berdasarkan pendapat dan penanaman yang dilakukan oleh masyarakat sekitar, dan tentunya ini merupakan informasi awal yang perlu dikaji lebih mendalam dan konprehensif di masa yang akan datang.

## **4.2. Jenis-jenis pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio**

Berdasarkan hasil eksplorasi yang telah kami lakukan di hutan larangan adat Rumbio, ditemukan dua jenis pasak bumi, yaitu pasak bumi jantan dan pasak bumi betina. Penampilan tanaman pasak bumi betina dan pasak bumi jantan di hutan larangan adat Rumbio dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Menurut masyarakat lokal, kedua jenis pasak bumi ini dapat dibedakan berdasarkan warna tangkai daunnya, dimana pasak bumi jantan memiliki warna tangkai daun hijau, sedangkan pasak bumi betina memiliki tangkai daun berwarna coklat kemerahan. Kemudian metode lain yang juga dilakukan oleh masyarakat lokal untuk membedakan kedua jenis pasak bumi tersebut adalah dengan menjilat potongan batang atau akarnya, pasak bumi jantan memiliki batang dan akar yang kurang pahit dibandingkan dengan potongan akar atau batang pasak bumi betina. Berbedanya tingkat kepahitan kedua pasak bumi tersebut ada kemungkinan terkait juga dengan kandungan metabolit sekunder, dan ini juga merupakan suatu tantangan bagi kita untuk studi di masa yang akan datang.

Dari penampilan daun yang kami amati bahwa kedua jenis pasak bumi sama-sama memiliki daun majemuk, dengan anak daunnya menempel pada rachisnya. Pasak bumi jantan memiliki daun yang lebih panjang dibandingkan dengan pasak bumi betina, yaitu berkisar 20-80 cm untuk pasak bumi jantan dengan rata-rata sekitar 50 cm, sedangkan panjang daun pasak bumi betina berkisar dari 18-45 cm dengan rata-rata sekitar 30 cm. Panjang anak daun pasak bumi jantan juga lebih panjang dibandingkan dengan panjang anak daun pasak bumi betina, dimana pasak bumi jantan memiliki panjang anak daun berkisar 4 - 11.5 cm dengan rata-rata sekitar 8.2 cm, sedangkan panjang anak daun pasak bumi betina berkisar dari 5 - 9.5 cm dengan rata-rata berkisar 7 cm (Gambar 4.3).

Diameter anak daun pasak bumi betina berkisar dari 1.4 - 3.6 cm dengan rata-rata adalah 2.4 sedangkan diameter anak daun pasak bumi jantan berkisar 1.1 - 2.9 cm dengan rata-rata 2.0 cm (Gambar 4.3), lebih kecil dibandingkan dengan pasak bumi betina. Meskipun masyarakat lokal membedakan kedua jenis tanaman ini tetapi belum tentu itu berbeda, maka untuk memastikan identitas tanaman pasak bumi perlu dilakukan penelitian lanjutan. Kepastian

identitas tanaman itu sangat perlu dalam rangka untuk kegiatan konservasi dan pemanfaatan tanaman tersebut di masa depan.

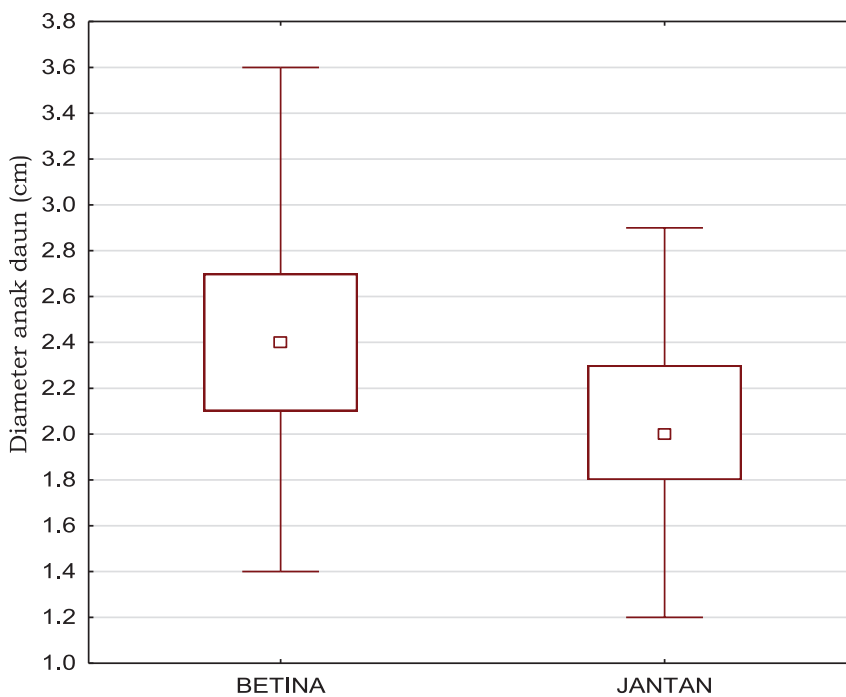
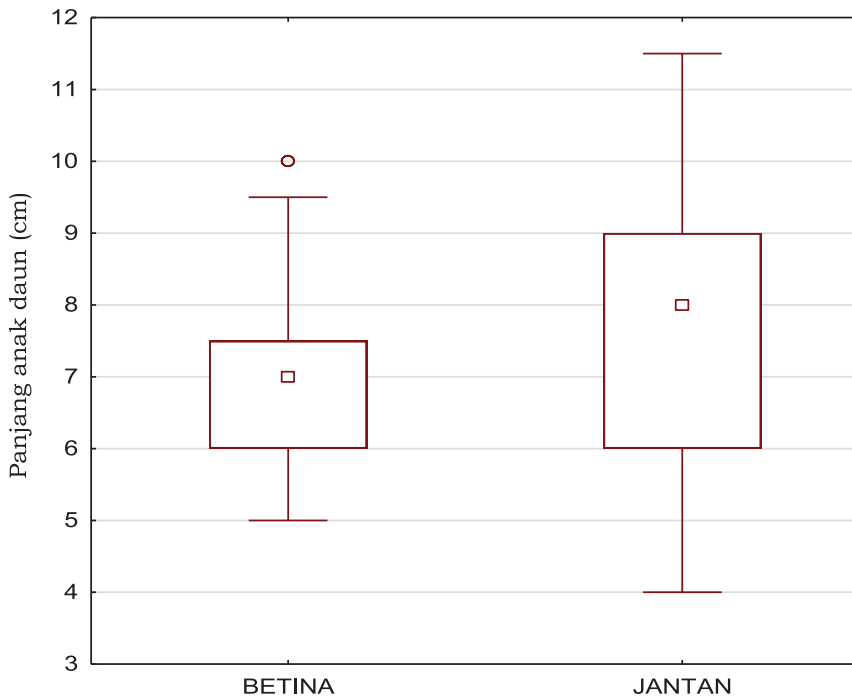


Gambar 4.1. Tanaman pasak bumi betina (Sumber: Foto Pribadi)





Gambar 4.2. Tanaman pasak bumi jantan (Sumber: Foto Pribadi).



Gambar 4.3. Rata-rata panjang dan diameter anak daun pasak bumi jantan dan pasak bumi betina.



Gambar 4.4. Herbarium Pasak Bumi Betina (a-b) dan Pasak Bumi Jantan (c-d)

# **BAB 5**

## **KEPADATAN DAN POLA PENYEBARAN PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO**

### **5.1. Pendahuluan**

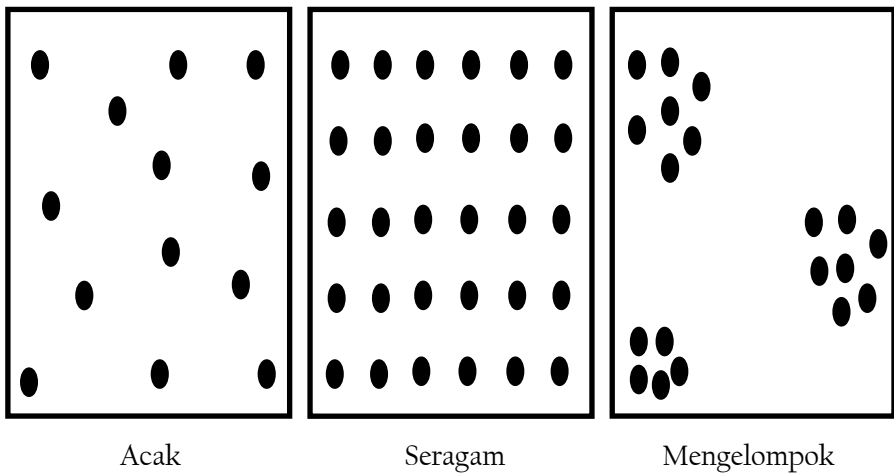
Populasi merupakan kumpulan individu-individu yang secara bersama-sama menempati luas wilayah yang sama, dimana individu-individu tersebut mengandalkan sumberdaya yang sama, dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang sama dan memiliki kemungkinan yang tinggi untuk berinteraksi satu sama lain. Karakteristik suatu populasi dibentuk oleh interaksi-interaksi antar individu dengan lingkungannya baik dalam skala waktu ekologis maupun evolusioner, dan seleksi alam dapat mengubah semua karakteristik ini. Setiap populasi memiliki batas geografis dan ukuran populasi. Batas geografi bisa berupa batas alamiah seperti sungai, laut dan lain sebagainya atau bisa juga batas yang dibuat oleh manusia (peneliti).

Ada dua karakteristik penting setiap populasi, yaitu kepadatannya dan penyebarannya. Kepadatan (*density*) populasi adalah jumlah individu per satuan luas, sedangkan penyebaran adalah pola jarak antara individu di dalam batas geografis populasi. Informasi mengenai kepadatan populasi dan pola sebaran individu dalam populasi adalah penting dalam analisis ekologi populasi karena dapat memberikan gambaran mengenai keadaan suatu populasi yang terdapat dalam suatu habitat. Kedua informasi tersebut sangat diperlukan dalam merencanakan langkah-langkah konservasi suatu spesies, terutama dalam upaya reintroduksi, restorasi, atau pemulihan populasi organisme yang bersangkutan. Selain itu, pengetahuan mengenai penyebaran spesies juga penting untuk mengetahui perubahan dinamika yang terjadi dalam populasi serta menjelaskan faktor-faktor yang bertanggung jawab terhadap perubahan tersebut, seperti perilaku individu, interaksi diantara species, komposisi komunitas dan faktor eksternal lainnya.

Di dalam suatu populasi, kepadatan suatu individu bisa bervariasi karena faktor-faktor lingkungan dan karena individu-individu memperlihatkan pola jarak dalam hubungannya dengan anggota-anggota populasi lainnya. Menurut Campbell et al. (2000) bahwa secara umum ada tiga pola penyebaran spesies dalam wilayah geografis populasi, yaitu: i) mengelompok (*clumped*, *aggragate*, *contagious*), ii) seragam (*uniform*), dan iii) acak (*random*) seperti lihat pada Gambar 5.1. Dari ketiga pola penyebaran tersebut, pola penyebaran mengelompok adalah pola penyebaran yang paling umum. Penyebaran individu yang mengelompok menunjukkan bahwa individu-individu berkumpul pada beberapa habitat yang menguntungkan, kejadian ini bisa disebabkan oleh kondisi tanah dan faktor-faktor lingkungan yang mendukung untuk perkecambahan dan pertumbuhan pohon, tersedianya makanan yang berlimpah di suatu daerah, perkawinan dan perilaku sosial lainnya.

Pola penyebaran yang seragam dihasilkan dari interaksi langsung antar individu dalam populasi tersebut, sebagai contoh adanya kecenderungan pengaturan jarak yang beraturan pada tumbuhan akibat oleh peneduhan dan kompetisi untuk mendapatkan air dan mineral, beberapa tumbuhan juga mengeluarkan zat-zat kimia yang menghambat perkecambahan dan pertumbuhan individu di dekatnya yang dapat bersaing untuk mendapatkan sumberdaya. Pola penyebaran yang acak atau tidak beraturan terjadi karena

tidak adanya daya tarik-menarik atau tolak-menolak yang kuat diantara individu-individu dalam suatu populasi, posisi masing-masing individu tidak bergantung pada individu yang lain. Pola acak ini tidak umum ditemukan di alam, sebagian besar populasi menunjukkan suatu kecenderungan kearah penyebaran mengelompok atau penyebaran seragam.



Gambar 5.1. Model pola penyebaran spesies di alam.

Pendugaan kepadatan populasi dan pola penyebaran spesies dalam populasi sangat penting dalam menganalisis dinamika populasi. Pendugaan ini memungkinkan kita untuk melakukan perbandingan, dan perbedaan pertumbuhan atau stabilitas populasi. Penyebaran spesies ke dalam mengelompok, seragam atau acak dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik populasi. Di alam, faktor biotik dan abiotik saling berinteraksi dan berkontribusi terhadap pola sebaran organisme. Ada tiga kelompok utama faktor abiotik yang mempengaruhi penyebaran spesies, yaitu i) *faktor klimatik* yang terdiri dari cahaya matahari, atmosfer, kelembaban, suhu, angin dan kadar garam (salinitas), ii) *faktor edafik* yaitu kesuburan tanah, geologi, keasaman pH, dan aerasi tanah, iii) *faktor sosial* yang meliputi penggunaan lahan dan ketersediaan air, sedangkan faktor biotik yang mempengaruhi pola penyebaran spesies adalah predator, penyakit, perkawinan, perilaku sosial dan kompetisi untuk mendapatkan sumberdaya seperti nutrisi dan air.



## 5.2. Metode Sampling

### 5.2.1. Metode kuadrat

Metode kuadrat atau metode plot dengan sebuah ukuran standar adalah metode yang umum digunakan untuk sampling berbagai tipe organisme, terutama untuk sampling tumbuh-tumbuhan. Penetapan lokasi kuadrat dapat ditentukan dengan keputusan langsung (*judgement*), secara sistematis atau secara acak dalam suatu populasi. Menurut Hill et al. (2005) bahwa penentuan lokasi sampling secara langsung, secara sistematis atau secara acak memberikan keuntungan dan kekurangan dalam survey suatu populasi, seperti terlihat pada Tabel 5.1.

Kuadrat atau plot biasanya dibuat berbentuk segiempat atau lingkaran. Bentuk plot berbentuk lingkaran lebih akurat dalam pengukuran dibandingkan dengan plot berbentuk segiempat karena adanya kesalahan subjektivitas dalam menempatkan tumbuhan tertentu di dalam atau di luar plot. Pengukuran dalam kuadrat tergantung pada spesies yang disurvei dan tujuan survey dilakukan. Pengukuran yang sederhana dapat dilakukan dengan mencatat ada atau tidak adanya spesies dalam kuadrat. Jika pengulangan dilakukan dalam banyak kuadrat, maka pendugaan frekuensi spesies dapat diperoleh. Suatu kuadrat dapat dibagi menjadi beberapa ukuran kuadrat tertentu (sub-plot) dan pencatatan spesies dapat dilakukan pada masing-masing kuadrat dan dihitung persentase frekuensi spesiesnya. Ukuran kuadrat akan menentukan frekuensi pengukuran, dimana semakin besar ukuran kuadrat maka semakin banyak jumlah individu dan jenis tanaman yang akan dicatat dan dihitung dibandingkan ukuran kuadrat yang lebih kecil, selain itu ukuran kuadrat yang besar juga akan membutuhkan surveyor lebih banyak untuk mendata individu dalam kuadrat.

Metode kuadrat memiliki kelebihan dan kekurangan yang dapat dijadikan pertimbangan oleh peneliti ketika melakukan pengambilan data penelitian. Menurut Heyer et al. (1994) bahwa kelebihan metode kuadrat adalah i) data yang diperoleh lebih lengkap, ii) biaya yang diperlukan rendah, dan iii) penerapan di lapangan mudah, sedangkan kekurangannya adalah i) tidak mudah dan tidak aman diterapkan pada kondisi lapangan yang tidak datar, ii) hanya dapat digunakan untuk pengambilan sampel vegetasi dan satwa yang pergerakannya lambat, iii) penggunaan atau konsumsi waktu yang

tinggi, iv) memerlukan pengamatan dengan ketelitian tinggi, v) data yang dihasilkan tidak dapat dideskripsikan menurut ketinggian atau kontur, dan vi) ukuran sampel kecil, maksimal adalah 20 x 20 m.

Tabel 5.1. Ringkasan kelebihan dan kekurangan penetapan lokasi sampling.

Metode penentuan sampel	Kelebihan	Kekurangan
Keputusan langsung ( <i>judgement</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cepat dan sederhana jika pengetahuan tentang habitat atau spesies cukup</li> <li>2. Sampel dapat secara sengaja diambil dari sekitar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ekstrapolasi hasil untuk keseluruhan lokasi tidak valid tanpa justifikasi yang kuat</li> <li>2. Pengetahuan komprehensif lokasi diperlukan, analisis statistik tidak valid dan kesalahan tidak dapat dikuantifikasi</li> </ol>
Acak ( <i>random</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membutuhkan sedikit pengetahuan populasi</li> <li>2. Mudah untuk menganalisis data dan menghitung variabilitas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Koleksi pengamatan sampel membutuhkan waktu yang banyak</li> <li>2. Dapat menghasilkan kesalahan lebih besar dibandingkan dengan sistematik sampling.</li> </ol>
Sistematik ( <i>regular</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adanya pengaruh stratifikasi yang dapat menurunkan variabilitas dibandingkan dengan sampling secara acak</li> <li>2. Penentuan lokasi sampel mudah, efisien dalam pemetaan distribusi dan menghitung kelimpahan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jika interval sampling secara periodik dalam habitat, bias yang signifikan mungkin dapat terjadi.</li> <li>2. Terbatasnya interpretasi, uji secara statistic tidak valid meskipun dalam banyak kasus kesimpulan tidak berpengaruh secara substansial.</li> </ol>



### 5.2.2. Metode transek

Metode transek biasa digunakan untuk mempelajari suatu kelompok hutan yang luas dan belum diketahui keadaan sebelumnya. Teknik ini paling efektif untuk mempelajari perubahan keadaan vegetasi menurut keadaan tanah, topografi dan elevasi. Transek dibuat memotong garis-garis topografi, memotong sungai atau mendaki dan menurun lereng pegunungan atau mempertimbangkan kondisi gradien lingkungan. Lebar transek yang umum digunakan yaitu 10-20 meter, dengan jarak antar transek 100-1000 meter tergantung pada intensitas yang diinginkan. Untuk kelompok hutan yang luasnya 10.000 ha, intensitas sampling yang digunakan adalah 2%, dan hutan yang luasnya  $\leq 1.000$  ha, maka intensitas samplingnya adalah 10% (Soerianegara & Indrawan, 1980). Untuk mempermudah pengukuran, biasanya jalur dibagi menjadi petak-petak kontinue dengan ukuran tertentu sesuai dengan tingkat pertumbuhan tegakan yang akan dihitung, seperti: i) untuk pohon lebar petaknya  $20 \times 20$  m, dengan kriteria diameter setinggi dada (dbh pada 1.3 m)  $\geq 10$  cm, ii) untuk belta atau pohon muda lebar petaknya  $10 \times 10$  m dengan kriteria diameternya kecil dari 10 cm dan lebih besar dari 2 cm ( $2 \text{ cm} < \text{dbh} < 10 \text{ cm}$ ), iii) semai dengan ukuran petak adalah  $2 \times 2$  m dengan kriteria tanaman yang tingginya  $\leq 1.5$  m sampai pohon muda dengan diameter  $< 2$  cm, dan tumbuhan bawah dengan tinggi  $\geq 1.5$  m dan diameter  $< 2$  cm juga dikategorikan sebagai semai.

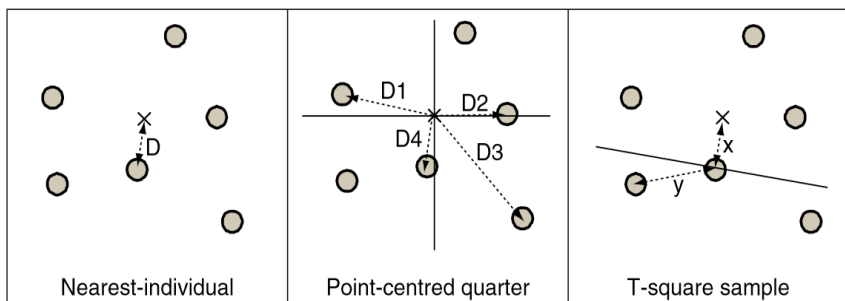
Menurut Hill et al. (2005) metode transek ini memiliki kelebihan dan kekurangan, keuntungannya adalah sebagai berikut: 1) tipe-tipe vegetasi tertentu lebih mudah menggunakan metode transek dari pada metode kuadrat, 2) menyediakan sampling yang lebih produktif pada vegetasi yang jarang dan dapat lebih praktis pada vegetasi yang tinggi, 3) lebih mudah dan lebih teliti dari pada metode kuadrat pada total area yang sama, 4) lebih cepat dalam pencatatan dari pada kuadrat dan dapat menghasilkan data yang sangat detil, 5) berguna untuk pengukuran perubahan total tutupan vegetasi meskipun secara keakuratannya tergantung panjang garis dan jumlah titik yang digunakan per garis transek, sedangkan kekurangannya dari metode transek ini adalah: 1) transek yang memanjang dan sejajar dengan gradien lingkungan atau melintas batas habitat hanya dapat mensampling area yang terbatas, semua areal tidak akan mempunyai kesempatan untuk disampling, dan ini membuat ekstrapolasi hasil dari semua lokasi bermasalah, 2) transek sering tidak cocok untuk pengukuran tutupan spesies dalam habitat

dimana tanaman heterogen, dan batas vegetasi yang tidak jelas, 3) Garis transek yang panjang menghasilkan pendugaan tutupan spesies yang kurang tepat ketika jarak antar titik lebih lebar, dan 4) dapat mengkonsumsi waktu yang banyak untuk pencatatan.

### 5.2.3. Metode Plotless Sampling

*Plotless sampling* adalah metode yang relative cepat untuk menduga kepadatan pohon, tinggi pohon, distribusi tutupan kanopi pohon dan lain-lain. Metode ini paling umum digunakan untuk menduga kepadatan, disamping itu banyak informasi lain yang dapat dicatat terkait individu pohon dapat diukur dan dirata-ratakan. Metode plotless sampling dapat dikelompokkan menjadi tiga model seperti terlihat pada Gambar 5.2, yaitu metode individu terdekat (*nearest-individual method*), metode seperempat titik tengah (*point centered quarter method*), dan metode contoh T-kuadrat (*T-square sample method*).

Menurut Hill et al. (2005) metode *plotless sampling* memiliki keuntungan, yaitu lebih cepat dibandingkan dengan metode kuadrat atau transek, dan peralatan yang diperlukan sedikit, sedangkan kelemahannya adalah i) jika spesies kerapatannya sangat jarang akan membutuhkan waktu lama untuk menemukan individu terdekat, ii) ketika survey pada area yang tinggi keragaman spesies, waktu yang dibutuhkan untuk mengukur spesies yang terpisah akan lebih besar, dan iii) metode ini mengandung bias karena pemilihan pohon tidak acak bahkan jika pohon disekitar terdistribusi secara acak.



Gambar 5.2. Metode Plotless Sampling (Sumber: Hill et al., 2005)

### 5.3. Analisis penentuan pola penyebaran spesies dalam populasi

Banyak teknik analisis yang tersedia untuk menentukan pola penyebaran suatu organisme dalam populasi, beberapa teknik analisis akan diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Indeks dispersi

Indeks dispersi ( $I$ ) merupakan penentuan pola penyebaran spesies yang dilakukan dengan menghitung rasio varians (ragam) terhadap mean (rata-rata) (Ludwig dan Reynolds, 1988). Indeks ini merupakan metode paling sederhana untuk menentukan pola penyebaran suatu organisme. Berikut ini adalah formulanya, yaitu :

$$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

Dimana

$S^2$  = varian atau ragam pengamatan

$\bar{X}$  = rata-rata pengamatan

$I$  = Indeks dispersi

Adapun interpretasi nilai indeks dispersi ( $I$ ) adalah:

- Jika nilai  $I = 1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah acak;
- Jika nilai  $I < 1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah seragam; dan
- Jika nilai  $I > 1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah mengelompok.
- 

#### 2. Indeks clumping (Ludwig dan Reynolds, 1988)

Indeks ini merupakan modifikasi dari indeks dispersi ( $I$ ), dengan persamaan perhitungan yaitu:

$$IC = \left( \frac{S^2}{\bar{X}} \right) - 1$$

dimana

$S^2$  = varian atau ragam pengamatan

$\bar{X}$  = rata-rata pengamatan

$IC$  = Indeks clumping

Nilai indeks clumping ini diinterpretasikan sebagai berikut:

- Jika nilai  $IC = 0$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah acak,
- Jika nilai  $IC = -1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah seragam maksimum,
- Jika nilai  $IC = n-1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah mengelompok maksimum.

3. Koefisien Green (Krebs, 1989):

Nilai ini didasarkan nilai rasio varians – mean dengan perhitungan:

$$C_x = \frac{(S^2/\bar{X}) - 1}{\sum x - 1}$$

Dimana

$C_x$  = Koefisien Green

$S^2$  = varian atau ragam pengamatan

$\bar{X}$  = rata-rata pengamatan

$\sum x$  = jumlah spesies dalam setiap plot

Nilai Koefisien Green ini diinterpretasikan sebagai berikut:

- Jika nilai  $C_x$  adalah negatif maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah seragam,
- Jika nilai  $C_x$  adalah nol (0) maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah acak,
- Jika nilai  $C_x$  adalah positif maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah mengelompok.

Myer (1978) dalam Krebs (1989) menyatakan bahwa Koefisien Green paling baik untuk menggambarkan pola spasial, karena hasil simulasi menunjukkan bahwa Koefisien Green hampir tidak bergantung kepada kepadatan populasi dan ukuran sampel.

4. Indeks distribusi binomial negatif ( $k$ )  
Indeks distribusi binomial negatif (Krebs, 1999) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$k = \frac{\tilde{X}}{(S^2 - \tilde{X})}$$

Dimana

$k$  = Indeks distribusi binomial negatif

$S^2$  = varian atau ragam pengamatan

$\tilde{X}$  = rata-rata pengamatan

Interepretasi nilai indeks distribusi binomial ( $k$ ) adalah:

- Jika nilai  $k < 2.0$  maka distribusi spesies dalam populasi adalah mengelompok yang tinggi,
- Jika nilai  $2.0 < k < 8.0$ , maka distribusi spesies dalam populasi adalah mengelompok sedang,
- Jika nilai  $k > 8.0$  maka distribusi spesies dalam populasi adalah acak atau random.

5. Indeks sebaran Morisita (Morisita, 1962)

Indeks sebaran morisita dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$I_{\delta} = q \frac{\sum_{i=1}^q x_i^2 - \sum_{i=1}^q x_i}{(\sum_{i=1}^q x_i)^2 - \sum_{i=1}^q x_i}$$

Dimana

$I_{\delta}$  = indeks Morisita yang menunjukkan pola penyebaran

$q$  = total jumlah plot

$\sum_{i=1}^q x_i$  = Jumlah spesies dalam plot ke-i ( $i = 1, 2, 3, \dots q$ )

$\sum_{i=1}^q x_i^2$  = jumlah kuadrat jumlah spesies dalam plot ke-i ( $i = 1, 2, \dots q$ )

sebagian literatur juga menuliskan persamaan Indeks Morisita sebagai berikut:

$$I_{\delta} = n \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - N}{N(N-1)}$$

Dimana:

$I_\delta$  = indeks distribusi Morisita

$n$  = jumlah seluruh plot pengamatan

$N$  = jumlah seluruh individu dalam total  $n$

$\sum_{i=1}^n x_i^2$  = jumlah kuadrat jenis ke- $i$  per plot untuk total  $n$  plot

Nilai indeks Morisita yang diperoleh diinterpretasikan sebagai berikut:

- Jika nilai  $I_\delta = 1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah acak (*random*),
- Jika nilai  $I_\delta < 1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah seragam (*uniform*), dan
- Jika nilai  $I_\delta > 1$ , maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah mengelompok (*aggregate*).

Untuk menguji kebenaran nilai Indeks Morisita yang diperoleh maka dilakukan uji statistik, yaitu pengujian *Chi Kuadrat* dengan rumus sebagai berikut: .

$$X^2 = \frac{n \sum x^2}{N} - N,$$

Dimana:

$N$  = jumlah individu dalam semua subplot,

$\sum x^2$  = jumlah kuadrat individu dalam satu subplot, dan

$n$  = jumlah sub plot

Selanjutnya nilai  $X^2_{\text{hitung}}$  yang diperoleh dibandingkan dengan  $X^2_{\text{tabel}}$  pada selang kepercayaan 95% ( $\alpha = 0.05$ ), apabila  $X^2_{\text{hitung}}$  lebih besar dari  $X^2_{\text{tabel}}$  dapat dikatakan bahwa pola penyebarannya berbeda nyata yang berarti bahwa pola penyebaran pasak bumi bersifat mengelompok dan sebaliknya apabila  $X^2_{\text{hitung}}$  lebih kecil dari  $X^2_{\text{tabel}}$  dapat dikatakan bahwa bentuk penyebaran tidak berbeda nyata yang berarti pola penyebaran pasak bumi bersifat acak.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa Indeks Morisita tidak dipengaruhi oleh kepadatan populasi, tetapi dipengaruhi oleh ukuran sampel (Krebs, 1999). Hasil evaluasi Indeks Morisita yang dilakukan oleh Amral et al. (2015) menyimpulkan

bahwa ada perbedaan kriteria pengklasifikasi pola penyebaran spesies sebagai berikut:

1. Pola penyebaran spesies mengelompok (*aggregate*), yaitu:  
jika  $I_\delta = q$ , dimana  $q$  adalah total jumlah plot, ini akan diperoleh apabila dua atau lebih individu ditemukan hanya dalam satu plot, dan  
Jika  $1 < I_\delta < q$ , dimana sekelompok individu terkonsentrasi dalam banyak plot.
2. Pola penyebaran spesies tidak dapat ditentukan (*indeterminacy*), yaitu:  
Jika  $I_\delta = \infty$ , apabila tidak ada atau hanya satu individu dalam plot
3. Pola penyebaran spesies seragam (*uniform*), yaitu  
Jika  $0 < I_\delta < 1$ , apabila individu-individu terdistribusi sama dalam plot-plot, dan  
Jika  $I_\delta = 0$ , apabila satu individu per plot pengamatan.

6. Indeks Morisita yang distandarisasi (Krebs, 1989):

Indeks ini diajukan untuk perbaikan terhadap Indeks Morisita, yaitu dengan meletakkan suatu skala absolut dari -1 sampai +1. Prosedur perhitungannya adalah

- a. Hitung Indeks Morisita seperti persamaan diatas.
- b. Untuk memenuhi distribusi sampling, dilakukan uji keacakan dengan uji *chi-square*, yaitu:

$$X^2 = I_\delta (\sum x - 1) + n - \sum x, \text{ dengan db} = n-1$$

Dimana :

$X^2$  = Nilai chi-square

$I_\delta$  = Indeks Morisita

$\sum x$  = jumlah individu dalam setiap plot

$n$  = Jumlah plot

db = Derajat bebas

- c. Menghitung dua titik nyata (signifikan)  $M_u$  dan  $M_c$  bagi Indeks Morisita dari persamaan berikut:

$$M_u = \frac{X_{0.975}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

$$M_c = \frac{X_{0.025}^2 - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$$

dimana

$M_u$  = Indeks Morisita untuk pola seragam (uniform)

$M_c$  = Indeks Morisita untuk pola mengelompok  
(aggregate, clumped)

$X_{0.975}^2$  = Nilai chi-kuadrat pada db (n-1) alfa 97.5%

$X_{0.025}^2$  = Nilai chi-kuadrat pada db (n-1) dan alfa 2.5%

$\sum x_i$  = Jumlah individu suatu jenis pada plot ke-i

$n$  = Jumlah petak (plot) contoh

d. Menghitung standarisasi Indeks Morisita dengan salah satu dari empat persamaan berikut:

- Jika  $I_\delta \geq M_c > 1.0$  maka dihitung nilai

$$I_p = 0.5 + 0.5 \left( \frac{I_\delta - M_c}{n - M_c} \right)$$

- Jika  $M_c > I_\delta \geq 1.0$ , maka dihitung nilai

$$I_p = 0.5 \left( \frac{I_\delta - 1}{M_c - 1} \right)$$

- Jika  $1.0 \geq I_\delta > M_u$ , maka dihitung nilai

$$I_p = -0.5 \left( \frac{I_\delta - 1}{M_u - 1} \right)$$

- Jika  $1.0 > M_u > I_\delta$ , maka dihitung nilai

$$I_p = -0.5 + 0.5 \left( \frac{I_\delta - M_u}{M_u} \right)$$

Pola penyebaran spesies diinterpretasikan sebagai berikut:

- Jika nilai  $I_p = 0$  maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah acak (*random*)
- Jika nilai  $I_p > 0$  maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah mengelompok



- Jika nilai  $I_p < 0$  maka pola penyebaran spesies dalam populasi adalah seragam (*uniform*).

Dalam penelitian simulasi, didapatkan bahwa Indeks Morisita merupakan suatu metode yang terbaik pada pengukuran penyebaran, karena indeks ini tidak bergantung kepada kepadatan populasi dan ukuran sampel.

#### 5.4. Kepadatan dan Pola Penyebaran Pasak Bumi

Zulfahmi et al. (2015) telah melakukan analisis kepadatan dan pola sebaran pasak bumi di Hutan Larangan Adat Kenegarian Rumbio. Informasi tentang kepadatan dan pola penyebaran pasak bumi penting untuk melihat status terkini populasi pasak bumi di Hutan Larangan Rumbio yang terus mengalami ancaman degradasi akibat konversi lahan hutan menjadi kebun dan perumahan masyarakat. Prosedur yang dilakukan oleh Zulfahmi et al. (2015) adalah sebagai berikut:

1. Membuat plot pengamatan dengan menggunakan metode kuadrat dan penempatannya dilakukan secara purposive sampling. Ukuran plot pengamatan pada penelitian ini adalah 50 x 20 m, setiap plot dibagi kedalam 10 sub plot dengan ukuran masing-masing sub plot adalah 10 x 10 m (Gambar 5.3). Luas total plot dalam penelitian ini adalah 0.4 ha.
2. Melakukan pencatatan pasak bumi yang ditemukan pada masing-masing plot, dimana pengamatan dilakukan pada berbagai tingkat permudaan, yaitu:
  - Semai (*Seedling*): anakan pohon mulai kecambah sampai setinggi < 1,5 meter.
  - Pancang (*Sapling*): anakan pohon yang tingginya  $\geq$  1,5 meter dan diameter < 10 cm.
  - Tiang (*Pole*): pohon muda yang diameternya mulai 10 cm sampai diameter < 20 cm.
  - Pohon : tegakan yang berdiameter > 20 cm
3. Data yang telah diperoleh dianalisis untuk mengetahui kepadatan tanaman pasak bumi dan pola sebarannya. Kepadatan adalah jumlah individu yang ada dalam luasan

tertentu, kepadatan ini dihitung dengan menggunakan rumus Brower and Zar (1977):

$$D_i = \frac{ni}{A}$$

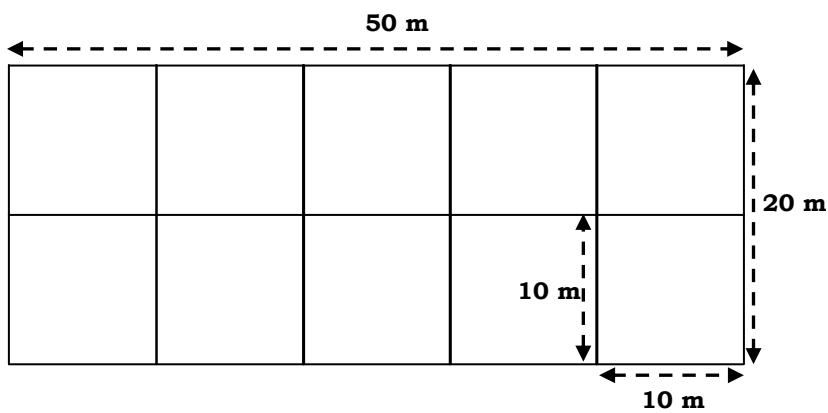
Dimana:

$D_i$  = kepadatan spesies  $i$

$ni$  = jumlah individu.

$A$  = luas plot/ petak contoh.

4. Untuk melihat pola sebaran pasak bumi maka ditentukan Indeks Morisita ( $I\delta$ ) (Morisita, 1962).



Gambar 5.3. Model plot pengamatan

Tingkat kepadatan pasak bumi pada masing-masing plot pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.2. Kerapatan pasak bumi yang dilaporkan oleh Zulfahmi et al. (2015) termasuk kategori rendah, hal ini terjadi karena adanya pemanenan oleh masyarakat terhadap pasak bumi untuk keperluan obat-obatan sehingga terjadi penurunan jumlah individu dalam hutan Larangan Adat Kenegerian Rumbio. Ditambah lagi pertumbuhan pasak bumi yang tergolong lambat, hal ini terkait dengan pasak bumi sebagai tanaman berkayu. Nilai kepadatan pasak bumi di Hutan Larangan Rumbio dalam studi ini adalah 130 individu ha<sup>-1</sup> (Tabel 5.2), Nilai ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan laporan Supriati (2012) yang melaporkan bahwa kepadatan pasak bumi di zona yang sama di hutan Larangan Rumbio yaitu 570 individu ha<sup>-1</sup> Hal ini

mengindikasikan bahwa telah terjadi penurunan populasi pasak bumi di Hutan Larangan Rumbio yang cukup dratis dan mengkhawatirkan akibat pengambilan pasak bumi oleh masyarakat tanpa diikuti dengan penanaman kembali.

Tabel 5.2: Jumlah individu pasak bumi yang ditemukan (N) dan kepadatannya

Plot	Titik Koordinat	N	Kepadatan (Individu ha <sup>-1</sup> )
I	0°19'38,32 <sup>o</sup> LU-101°8'13,22' BT	10	100
II	0°19'40,15 <sup>o</sup> LU-101°8' 12,17' BT	7	70
III	0°19'41,44 <sup>o</sup> LU-101°8' 13,51' BT	9	90
IV	0°19'37,93 <sup>o</sup> LU- 101°8' 14,04' BT	26	260
Populasi		52	130

Sumber: Zulfahmi et al. (2015)

Nilai indeks Morisita pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio berkisar dari 0.47 – 1.60 (Tabel 5.3). Nilai indeks Morisita ( $I_b$ ) > 1 mengindikasikan bahwa pola penyebaran pasak bumi dalam studi ini termasuk dalam kategori mengelompok seperti yang diterangkan oleh Brower and Zar (1977). Okuda et al. (1997) menyatakan bahwa penyebaran spesies mengelompok disebabkan oleh rendahnya predator benih dan semai serta rendahnya tingkat mortaliti spesies.

Pada tingkat populasi, bahwa pola penyebaran pasak bumi pada Hutan Larangan Rumbio adalah mengelompok dengan nilai indeks Morisita > 1 meskipun pada plot I, II dan III mereka terdistribusi secara acak (Tabel 5.3). Pola penyebaran pasak bumi yang mengelompok ini berkaitan dengan system reproduksinya melalui biji. Pasak bumi memiliki biji yang relatif berat sehingga benihnya jatuh dan anakan tumbuh tidak jauh dari pohon induknya dan menurut Barbour et al. (1987) bahwa pola penyebaran spesies tumbuhan di alam cenderung mengelompok karena tumbuhan berreproduksi dengan biji yang jatuh dekat induknya dan faktor edafik.

Tabel 5.3: Indeks Morisita dan pola sebaran pasak bumi.

Plot	N	( $x^2$ ) Tabel	( $x^2$ ) Hitung	Indeks Morisita ( $I_\delta$ )	Pola Penyebaran
I	10	16.92	14	1,56	acak
II	7	16.92	5.85	0.47	acak
III	9	16.92	7.60	0.83	acak
IV	26	16.92	24.00	1.60	Mengelompok
Populasi	52	54.6	138	1.90	Mengelompok

Sumber: Zulfahmi et al. (2015)

## 5.5. Daftar Pustaka

- Amral, M.K., Pellico Netto, S., Linggau, C., and Figueiredo Filho, A. 2015. Evaluation of the Morisita index for determination of the spatial distribution of species in a fragment of Araucaria forest. *Applied Ecology and environmental Research*, 13(2): 361-372. DOI: 10.15666/aeer/1302\_361372.
- Barbour, G.M., Busk, J.K., and Pitts, W.D. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. New York: The Benyamin/Cummings Publishing Company Inc.
- Brower, J. and Zar J.H. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, Iowa: W.C.Brown Publishers.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., and Mitchell, L.G. 2002. *Biologi Jilid III*, terjemahan. Erlangga. Jakarta
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.-A.C., & M.S. Foster. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington & London.

- Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., Shaw, P. 2005. Handbook of Biodiversity Methods Survey, Evaluation and Monitoring. Cambridge University Press, New York
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publisher, Inc. New York.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Second Edition. Benjamin Cummings. New York.
- Ludwig, J.A., and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Willey & Sons, Inc. Canada
- Morisita, M. 1962. Id-Index, a measure of dispersion of individuals. Researches on Population Ecology, 4: 1-7
- Okuda, T., Kachi. N., Yap. S.K. and Manokaran, N. 1997. Tree distribution pattern and fate of juveniles in a lowland tropical rain forest – implications for regeneration and maintenance of species diversity. *Plant Ecology* 131: 155–171.
- Supriati, E. 2012. Analisis Vegetasi Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) di Hutan Larangan adat Kenegerian Rumbio, Kabupaten Kampar, Riau, Indonesia, *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Syarif kasim Riau.
- Soerianegara, I dan A. Indrawan. 1980. Ekologi Hutan. Depertemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Zulfahmi, Nelawati dan Rosmaina. 2015. Analisis Kepadatan dan pola sebaran pasak bumi di zona Halaman Kuyang Hutan Larangan Adat Rumbio, Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 6(1): 41-46.

# **BAB 6**

## **KERAGAMAN GENETIK PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO**

### **6.1. Pendahuluan**

Tanaman dapat diklasifikasikan berdasarkan kesamaan morfologi, hubungan genetik dan evolusi mereka terhadap tanaman lainnya. Umumnya, kesamaan tanaman secara morfologi diputuskan oleh seorang ahli taksonomi, dimana mereka memiliki kriteria spesifik untuk menempatkan suatu tanaman ke dalam taksa atau kelompok yang berbeda. Saat ini, berbagai metode molekular dan prosedur statistik terbaru telah diaplikasikan untuk studi filogenetik dan memberikan pengukuran yang lebih objektif dalam membedakan keragaman diantara individu atau spesies.

Untuk dapat mengkonservasi sumber daya genetik yang ada di dalam populasi tertentu, seorang manajer yang disertai tugas mengelola populasi tersebut harus memahami distribusi keragaman sumberdaya genetik yang ada di dalam populasi dan status taksonomi mereka. Tujuan konservasi mungkin tidak akan terpenuhi jika seorang manajer salah dalam mengidentifikasi atau mengklasifikasi spesies atau tidak mengetahui distribusi keragaman

genetiknya. Keberadaan spesies berkerabat dekat dalam banyak kelompok tanaman merupakan salah satu faktor yang membuat pengelola populasi lebih sensitif untuk melakukan evaluasi taksonomi terhadap sumber daya genetik di dalam populasi yang berada dibawah kendali mereka.

Konservasi Sumberdaya genetik bertujuan untuk memelihara sebanyak mungkin perbedaan jenis organisme pada populasi tertentu dan mengizinkan mereka untuk melanjutkan evolusinya. Konservasi spesies adalah suatu keharusan, dan jika memungkinkan dapat dilakukan dengan menyimpan seluruh ekosistem yang ada, akan tetapi hal ini sulit dilakukan terkait dengan besarnya dana dan pengaman yang diperlukan. Bagaimana pun juga, sebuah ekosistem tertentu dapat terganggu oleh berbagai faktor, baik alami maupun buatan dan yang harus diperhatikan adalah kemampuan spesies tertentu untuk survive tanpa banyak intervensi.

Hampir semua individu spesies bereproduksi secara seksual, maka kebanyakan individu akan berbeda secara genetik dan cenderung terlihat lebih beragam. Keragaman genetik dapat digambarkan dalam banyak kelompok individu berdasarkan individu atau populasi yang berbeda pada lokus gen tertentu atau dalam material genetiknya. Keragaman tingkat genetik merupakan tingkat keragaman yang paling rendah dalam organisasi biologi. Keragaman genetik sangat penting bagi tanaman untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan yang terjadi disekitarnya.

Informasi keragaman genetik tanaman pada tingkat, individu, spesies maupun populasi perlu diketahui, sebagai dasar pertimbangan dalam menyusun strategi konservasi, pemuliaan, pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya genetik tanaman secara berkelanjutan. Penilaian keragaman genetik tanaman dapat dilakukan dengan menggunakan penanda morfologi, biokimia dan molekuler DNA. Dalam bab ini akan diuraikan secara ringkas metode penanda genetik yang telah berkembang, metode pengukuran keragaman dan aplikasi metode tersebut untuk menduga perbedaan genetik diantara individu dan kelompok individu berbeda, khususnya tanaman pasak bumi.

## **6.2. Penanda Genetik**

### **6.2.1. Penanda Morfologi**

Penanda morfologi didasarkan pada pengamatan fenotipe tanaman. Bagian yang diamati meliputi, organ-organ tanaman seperti daun, batang, bunga, buah dan bagian lainnya. Organ-organ tanaman tersebut kemudian dibedakan berdasarkan bentuk, ukuran dan warnanya dan biasanya akan berbeda antara individu dan spesies. Perbedaan-perbedaan tersebut muncul karena seleksi, terjadi hayutan genetik, dan variasi fenotipe. Karakter-karakter morfologi ini dikontrol oleh satu lokus gen tertentu yang dapat digunakan sebagai penanda genetik.

Penanda morfologi ini telah rutin digunakan menduga keragaman genetik tanaman karena relatif murah, mudah dan cepat. Kelemahan utama dari penanda morfologi adalah karakter yang diamati sering kali berubah-ubah karena dipengaruhi oleh lingkungan sehingga karakter tersebut cenderung tidak stabil, membutuhkan waktu yang lama untuk menunggu sampai ekspresi karakter tertentu muncul, dan ekspresi karakter tertentu juga dapat berubah oleh adanya interaksi epistasis dan pleiotropik. Disamping itu, jumlah penanda morfologi juga terbatas, biasanya alel-alel akan berperilaku dominan-resesif, sehingga sulit untuk membedakan individu heterozigot dengan individu homozigot.

### **6.2.2. Penanda Biokimia**

#### **Metabolik sekunder**

Metabolik sekunder adalah hasil mekanisme metabolisme yang kompleks dalam tanaman. Metabolik sekunder tanaman dapat dibagi ke dalam empat kelompok besar senyawa, yaitu terpenoid, alkaloid, fenolik dan flavonoid (Vickery dan Vickery, 1981). Metabolik sekunder pada tanaman ditemukan dalam bentuk resin, getah, minyak-minyak esensial tanaman dan bahan kimia tertentu yang dapat digunakan sebagai bahan untuk obat-obatan. Meskipun sampai saat ini fungsi metabolik sekunder dalam tanaman tidak diketahui dan dipahami secara menyeluruh, tetapi kemungkinan senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam pertahanan tanaman terhadap serangan penyakit, jamur, serangga, bakteri dan



lain-lain. Konsentrasi metabolik sekunder dalam tanaman berbeda-beda dan dapat ditentukan melalui analisis kromatografi dan spektrofometer, kemudian itu dapat digunakan sebagai penanda genetik untuk membedakan spesies satu dengan yang lainnya.

Penggunaan metabolik sekunder sebagai penanda genetik telah diaplikasikan untuk studi taksonomi dan evolusi tanaman, tetapi penanda ini memiliki keterbatasan untuk menduga pola genetik dan variasi geografis dalam spesies. Meskipun metabolik sekunder adalah penanda genetik yang bagus untuk diaplikasikan pada tanaman, tetapi diperlukan keahlian spesifik dan peralatan yang cukup mahal untuk pengujiannya. Ditambah lagi, secara umum lokus penanda senyawa metabolik sekunder relatif sedikit tersedia dan kebanyakan ekspresinya dominan. Studi pewarisan dengan menggunakan penanda senyawa metabolik sekunder adalah sulit dan tidak mungkin, karena jumlah lokus polimorfik yang sering rendah, heterozigot tidak dapat diukur atau dibedakan karena dominan alel tertentu. Kelemahan ini membatasi aplikasi penanda ini untuk studi variasi dalam spesies dan antar spesies.

## **Isozim**

Isozim adalah protein yang mengontrol reaksi kimia yang sama dan disusun oleh sub-unit yang disebut asam amino. Asam amino adalah molekul-molekul yang mempunyai gugus amina ( $\text{NH}_2$ ) dan gugus asam karboksilat ( $\text{COOH}$ ). Asam amino dapat membentuk ikatan peptida antara gugus amina dan karboksilat untuk menghasilkan rantai polipeptida (Liengsiri et al., 1990). Polipeptida dikenal sebagai produk utama gen-gen yang ada di DNA, sehingga membawa informasi genetik dari coding region DNA. Sekuen asam amino dari rantai polipeptida merupakan produk langsung dari sekuen nukleotida gen tertentu, maka sebuah perubahan dalam daerah koding (coding region) karena mutasi seperti substitusi nukleotida, delesi atau penambahan basa, akan mengakibatkan perubahan dalam sekuen asam amino pada rantai polipeptida.

Jika perubahan demikian mengubah muatan atau konformasi molekul enzim, maka perubahan tersebut akan terdeteksi dengan teknik pemisahan secara elektroporesis. Elektroporesis adalah suatu teknik untuk memisahkan molekul berdasarkan perbedaan mobilitasnya melalui pelarut buffer pada suatu medan listrik. Media

yang sering digunakan adalah gel yang terbuat dari pati, poliakrilamid, atau agarose pada larutan buffer. Penggunaan gel dalam teknik ini sebagai penyaring molekuler terhadap berbagai ukuran dan bentuk molekul, selain itu juga sebagai faktor utama yang menentukan mobilitas molekul. Penerapan teknik elektroporesis terhadap suatu materi tanaman akan memberikan sejumlah pita yang satu sama lain bersifat diskrit, dengan pola dan jumlah yang bervariasi tergantung kepada pola pita isozimnya.

Pola pita suatu isozim sangat bervariasi tergantung pada jumlah alil dalam lokus, jumlah ploidi, susunan genetik tanaman (homozigot atau heterozigot), dan struktur enzimnya (monomerik, heteromerik, atau multimerik). Genotype tanaman homozigot akan memberikan pola pita yang lebih sederhana dibandingkan dengan genotype tanaman heterozigot dan setiap kondisi isozim akan memberikan ekspresi gen yang berbeda.

Analisis isozim telah banyak diaplikasikan dalam penelitian genetik organisme. Studi pewarisan menggunakan penanda ini telah banyak dilakukan untuk species tanaman. Berikut ini adalah karakteristik yang membuat penanda isozim banyak digunakan dalam analisis genetik tanaman terutama tanaman hutan (Finkeldey, 2003):

1. Tidak dipengaruhi oleh lingkungan
2. Memungkinkan pengamatan pada berbagai jaringan tanaman berbeda (seperti endosperm, embrio, kotiledon, daun atau tunas tanaman dewasa)
3. Jaringan tanaman yang diperlukan sedikit untuk dianalisis
4. Bersifat kodominan, dimana tanaman heterozigot dapat dibedakan.
5. Variasi yang dapat diamati cukup besar
6. Banyak enzim dan sampel yang dapat dianalisis secara bersamaan atau sekaligus
7. Pekerjaan laboratorium relatif mudah, peralatan dan bahan kimia relatif murah, dan prosedur analisis yang mudah untuk dipelajari.

Kelemahan utama penggunaan penanda molekuler isozim diantaranya:

1. Metode isozim tidak mampu mengidentifikasi atau perubahan genetik yang terjadi pada tingkat DNA

2. Penafsiran variasi isozim hanya terkait secara biokimia atau fungsional saja
3. Isozim tertentu hanya dapat dilakukan pada fase pertumbuhan tanaman tertentu.

### **6.2.3. Penanda DNA**

Keterbatasan penanda morfologi dan biokimia ini telah mendorong perkembangan penanda lain yang dapat langsung mengakses ke bagian material yang mengendalikan karakter atau ciri suatu individu, yaitu yang dikenal dengan penanda molekuler DNA. Penanda molekuler DNA didefinisikan sebagai segmen DNA tertentu yang mewakili perbedaan pada tingkat genom. DNA merupakan sumber informasi genetik yang potensial dan akurat. DNA ditemukan dalam hampir semua sel semua organisme, baik pada jaringan hidup maupun yang mati. Ditambah lagi, jaringan tersebut dapat secara mudah disimpan di bawah kondisi lapangan. Penanda molekuler ini memiliki keuntungan dibandingkan dengan penanda sebelumnya, yaitu stabil dan dapat dideteksi dalam semua jaringan tanaman, tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan umur tanaman.

Penanda molekuler DNA yang ideal memiliki kriteria sebagai berikut: a) memiliki tingkat polimorfisme yang sedang sampai tinggi, b) terdistribusi merata di seluruh genom, c) memberikan resolusi perbedaan genetik yang cukup, d) pewarisan bersifat kodominan (dapat membedakan kondisi homozigot dan heterozigot dalam organisme diploid), e) berperilaku netral, f) secara teknik sederhana, cepat dan murah, g) butuh sedikit jaringan dan DNA sampel, h) berkaitan erat dengan fenotipe, i) tidak memerlukan informasi tentang genom organisme, j) data mudah dipertukarkan antar laboratorium (Mondini et al., 2009; Agarwal et al., 2008; Weising et al., 2005).

Sampai saat ini tidak ada satu jenis penanda yang dapat memenuhi semua kriteria tersebut, bagaimana pun juga kita dapat memilih diantara berbagai penanda yang ada dan saling dikombinasikan untuk mencapai semua kriteria tersebut. Secara umum, penanda molekuler DNA tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu 1) penanda DNA tanpa PCR (non-PCR based techniques) seperti RFLP, dan 2) penanda DNA berdasarkan PCR yang meliputi RAPD, AFLP, SSR, CAPS, SCAR, SSCP dan DNA Barkoding.

## Penanda DNA Tanpa PCR

Penanda DNA yang tidak menggunakan PCR adalah *Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP). RFLP adalah penanda DNA pertama yang dihasilkan dari perbedaan sekuen nukleotida tanaman yang berbeda (Botstein et al., 1980). Perbedaan tersebut muncul karena mutasi yang terjadi pada waktu lalu dan dideteksi sebagai variasi (polimorfisme pada perbedaan fragmen restriksi). Mutasi yang terjadi seperti substitusi, delesi, insersi pada sekuen DNA akan merubah tempat pemotongan (*restriction sites*) enzim endonuklease sehingga dapat merubah panjang fragmen DNA yang dihasilkan dan dideteksi sebagai penanda yang mewakili genotipe suatu individu. Variasi panjang fragmen DNA hasil pemotongan enzim restriksi dapat digunakan sebagai profil untuk identifikasi individu yang dikenal dengan sidik jari DNA (*DNA fingerprint*).

Analisis RFLP pada tanaman melibatkan beberapa tahapan, yaitu ekstraksi DNA dari tanaman, pemotongan DNA dengan enzim restriksi, fraksinasi ukuran fragmen pada gel melalui elektroporesis, transfer fragmen DNA ke nylon membrane, kloning fragmen ke dalam plasmid, pelabelan probe DNA dengan radioaktif ( $^{32}\text{P}$ ) dan hibridisasi probe DNA yang dilabel ke filter, pencucian dan ekspos filter pada sinar x untuk memperoleh autoradiogram. Pola pita yang terlihat pada autoradiogram mewakili fragmen restriksi yang homolog dengan sekuen *probe*.

Keuntungan penanda RFLP adalah polimorfisme yang relatif tinggi, bersifat kodominan, memiliki lokus penanda yang spesifik, dan hasilnya yang konsisten antar laboratorium, sedangkan kekurangan dari penanda RFLP adalah membutuhkan DNA dengan kualitas tinggi sehingga perlu melakukan ekstraksi DNA dalam skala besar, relatif mahal, prosedurnya panjang dan menggunakan radioaktif. Terkait dengan keterbatasan tersebut, penanda RFLP tidak banyak digunakan dalam skala luas. Beberapa aplikasi RFLP antara lain untuk pemetaan genetik (Botstein et al., 1980), studi filogenetik tanaman (Miller dan Tanskey, 1990), studi keragaman (Debreuil et al., 1996), hibridisasi dan introgresi seperti aliran gen antar tanaman (Brubaker dan Wendel, 1994).

## Penanda DNA berdasarkan PCR

Sejak ditemukan teknologi PCR oleh Mullis dan Faloona (1987), penanda molekuler DNA berkembang pesat dan diaplikasikan pada

berbagai bidang, baik yang menggunakan primer acak yang tidak memerlukan informasi sekuen DNA maupun yang memerlukan informasi sekuen DNA, hal ini karena kecepatan, efisiensi dan kesuksesannya dalam mendeteksi berbagai tipe variasi DNA yang tinggi. Teknologi PCR terus disederhanakan dan dikembangkan, sehingga biayanya relatif rendah, kecepatan tinggi, membutuhkan sedikit contoh uji, metode ekstraksi dan amplifikasi yang sederhana sehingga membuat penanda berdasarkan PCR dapat diaplikasikan pada semua spesies.

PCR merupakan suatu reaksi in-vitro untuk menggandakan jumlah molekul DNA dengan cara mensintesis molekul DNA baru yang berkomplemen dengan molekul DNA cetakan dengan bantuan enzim DNA Polymerase dan primer dalam suatu thermocycler (Mullis dan Faloona, 1987). Ada empat komponen utama yang dibutuhkan untuk melakukan proses PCR yaitu DNA template (cetakan), primer, DNA polymerase dan dNTPs. Menurut Newton dan Graham (1994) tahap-tahap dalam proses PCR meliputi: i) denaturasi DNA, pembukaan utas ganda DNA menjadi utas tunggal (biasanya pada suhu 92-94°C), ii) tahap *annealing*, penempelan primer pada DNA cetakan, biasanya tergantung pada *melting temperature* primer yang digunakan), dan iii) tahap *extension*, pemanjangan primer dengan melakukan reaksi polimerisasi nukleotida untuk membentuk rantai DNA (biasanya pada suhu 72°C). Ketiga tahapan tersebut akan dilakukan secara berulang. Setelah ketiga tahap tersebut selesai, maka dilanjutkan dengan *final exstension* sebanyak satu siklus. Jumlah salinan (copy) DNA hasil amplifikasi adalah  $2^n$ , dimana n adalah jumlah siklus (Newton dan Graham, 1994). Teknik penanda berdasarkan PCR dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: i) menggunakan primer acak atau tidak memerlukan sekuen spesifik dan ii) menggunakan primer spesifik atau ada sekuen target tertentu.

### *Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)*

Teknik RAPD menggunakan sekuen primer pendek untuk mengamplifikasi sekuen-sekuen DNA genom secara acak (William et al., 1990). Panjang primer yang digunakan biasanya 10 basa dan tersedia dalam Kit yang dijual secara komersial dari berbagai perusahaan. Amplifikasi DNA dilakukan dengan menggunakan mesin PCR pada suhu annealing berkisar dari 35-45 °C. Dalam proses amplifikasi dengan PCR, jika suhu annealingnya tepat,

primer akan menempel pada beberapa tempat dimana sekuennya berkomplemen dengan sekuen DNA cetakan dan menghasilkan fragmen DNA secara acak. Produk amplifikasi biasanya berukuran 0.5-5 kb, dipisahkan dengan gel agarose dan pola pitanya dideteksi melalui pewarnaan dengan etidium bromide di bawah sinar ultraviolet (Jones et al., 1997) dan “ada” atau “tidak ada” pita akan diamati.

Menurut Weising et al., (2005) bahwa secara teori, polimorfisme RAPD merupakan hasil dari beberapa peristiwa, yaitu i) insersi fragmen DNA yang besar diantara tempat penempelan primer yang melebihi kemampuan PCR sehingga tidak ada fragmen yang terdeteksi, ii) insersi atau delesi kecil utas DNA yang menyebabkan perubahan ukuran fragmen amplifikasi, (iii) delesi salah satu tempat penempelan primer sehingga mengakibatkan hilangnya fragmen atau meningkatnya ukuran fragmen, (iv) substitusi satu nukleotida pada satu atau dua tempat sasaran primer yang mempengaruhi proses annealing, yang berakibat pada ada atau tidaknya polimorfisme atau merubah ukuran fragmen.

Penanda RAPD bersifat dominan, fragmen DNA yang dihasilkan tidak dapat membedakan individu yang memiliki genotipe homozigot (AA) dengan heterozigot (Aa), sedangkan yang tidak ada pita secara jelas menunjukkan genotipe resesif (aa). Fragmen DNA hasil amplifikasi RAPD diskoring dengan ketentuan “1” untuk ada pita dan “0” untuk tidak ada pita, data tersebut kemudian digunakan untuk menghasilkan matrik biner untuk analisis statistik selanjutnya.

Keuntungan utama penanda RAPD adalah secara teknik lebih sederhana dan cepat dalam pengujiannya, tidak memerlukan informasi sekuen DNA sehingga penanda ini dapat digunakan secara luas, jumlah sampel DNA yang dibutuhkan sedikit, primer tersedia secara komersial, dan tidak menggunakan senyawa radioaktif (Cheng et al., 1997; Karp et al., 1997).

Untuk beberapa aplikasi, sifat dominan dari fragmen RAPD ini tidak menguntungkan dalam studi genetika populasi (Lynch dan Milligan, 1994) karena tidak dapat diaplikasi untuk menduga heterozigot secara langsung, sensitif terhadap perubahan kondisi reaksi dan intensitas pita yang dihasilkan bervariasi sehingga menyulitkan dalam skoring pola pita. Untuk mengatasi hal ini sebaiknya skoring pita dilakukan terhadap pita yang memiliki intensitas dan kecerahan

yang kuat (Lynch dan Milligan, 1994). Penanda RAPD dapat digunakan untuk identifikasi kultivar dan klon tanaman (Palai dan Rout, 2007; Te-chato et al., 2005; Karsinah et al., 2002), genetika populasi (Medri et al., 2011; Li dan Ge, 2006), pemetaan genetik (Sondur et al., 1996), filogenetik, dan marker-assisted selection.

### *Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP)*

AFLP adalah teknik yang menggabungkan kekuatan RFLP (pemotongan DNA dengan enzim restriksi) dan fleksibilitas teknologi PCR (Vos et al., 1995). Tahapan teknik AFLP terdiri dari ekstraksi DNA, pemotongan DNA dengan menggunakan enzim restriksi (biasanya menggunakan EcoR1 dan Mse1), meligasi fragmen restriksi dengan sekuen adapter, amplifikasi dengan PCR menggunakan dua primer yang berkomplemen dengan sekuen adapter, dan pemisahan amplikon dengan menggunakan gel poliakrimid atau elektroporesis kapiler.

Metode AFLP dapat menghasilkan 50–100 fragmen DNA secara bersamaan dalam sekali pengujian. Jumlah amplikon dari setiap pengujian AFLP merupakan satu fungsi dari jumlah nukleotida selektif dalam kombinasi primer AFLP, motif nukleotide selektif, GC content, ukuran genome secara fisik dan kompleksitasnya. Menurut Mondini et al. (2009) bahwa polimorfisme dalam analisis AFLP berasal dari tiga sumber, yaitu: (1) variasi sekuen pada satu atau kedua tempat restriksi fragmen flanking tertentu, (2) insersi dan delesi dalam amplifikasi fragmen, dan (3) perbedaan dalam sekuen-sekuen nukleotida yang berdekatan terhadap titik restriksi.

AFLP memiliki tingkat polimorfisme yang lebih tinggi dibandingkan dengan RFLP. Keuntungan teknologi AFLP adalah proses PCR yang cepat, menggunakan primer acak, dan tidak membutuhkan informasi sekuen. Keuntungan tersebut membuat AFLP dapat diaplikasikan untuk studi taksonomi secara molekuler, genetika populasi pada tanaman hutan, identifikasi klon dan kultivar, konstruksi peta genetik, dan lain-lain. Analisis AFLP juga mempunyai sejumlah keterbatasan, seperti, penanda dominan, terbatasnya tingkat polimorfisme dalam beberapa kultivar, membutuhkan kualitas dan jumlah DNA yang tinggi, serta banyaknya pita yang dihasilkan yang kadang-kadang menyulitkan dalam skoring data.

## Mikrosatelit

Mikrosatelit adalah sekuen DNA yang berulang, dimana satu motif mengandung satu sampai enam pasang basa yang diulang secara tandem dalam sejumlah waktu (Navascues dan Emerson, 2005). Jika ulangan tersebut cukup panjang dan tidak terpotong-potong (*uninterrupted*), mereka sangat baik digunakan sebagai penanda genetik karena tingkat polimorfisme mereka yang tinggi (Hancock, 1999; Powell et al., 1996). Dalam literatur, mikrosatelit sering disebut sebagai simple sequence repeats (SSRs), short tandem repeat (STR), variable number tandem repeat (VNTR) dan simple sequence length polymorphism (SSLP). Banyaknya istilah ini, cenderung membingungkan terutama ketika melakukan studi literatur, tetapi istilah mikrosatelit telah menjadi umum untuk menggambarkan motif DNA pendek yang berulang (Hancock, 1999).

Rata-rata kecepatan mutasi mikrosatelit berkisar dari  $10^{-6}$  sampai  $10^{-2}$  kejadian per lokus per generasi, lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata mutasi pada gen yang mengkodekan lokus (Li et al., 2002). Mutasi menghasilkan perubahan dalam jumlah unit ulangan dan itu diamati sebagai variasi panjang mikrosatelit. Ada dua mekanisme yang dapat menerangkan tingginya kecepatan mutasi pada mikrosatelit, yaitu: 1) terjadinya rekombinasi diantara kromosom DNA homolog melalui *unequal crossing over* (UCO) atau dengan konversi gen yang menghasilkan ketidaksempurnaan susunan dan menyebabkan adanya peningkatan ulangan dalam mikrosatelit, 2) terjadi slip utas DNA yang belum berpasangan (*slippage strand mispairing*) selama replikasi DNA (Oliveire et al., 2007; Ellegren 2004; Schlotterer, 2000; Schlotterer dan Tautz, 1992). Peristiwa ini dimulai dengan slipnya DNA polimerase selama replikasi yang menyebabkan template dan untai DNA yang baru menjadi tidak sejajar sementara waktu, ketika replikasi dilanjutkan, untai DNA harus disejajarkan kembali dan mutasi akan dihasilkan jika penjajaran ini tidak sempurna. Hilang atau majunya ulangan mikrosatelit dapat keluar dari loops DNA ganda (Schlotterer dan Tautz, 1992; Schlotterer, 1998; Eisen, 1999).

Dari dua jenis mekanisme mutasi yang disebutkan diatas, banyak peneliti menyatakan bahwa *slippage strand mispairing* selama replikasi DNA adalah penyebab utama ketidakstabilan mikrosatelit (Eisen, 1999). Rata-rata mutasi mikrosatelit dipengaruhi oleh sifat mikrosatelit, seperti: jumlah ulangan, motif ulangan sekuen,



panjang unit ulangan, sekuen flanking, dan interruption dalam mikrosatelit, rata-rata transkripsi dan rata-rata rekombinasi (Schloetterer, 2000), GC content, suhu, metilasi dan siklus sel (Eisen, 1999), posisi kromosom, seks dan genotipe (Li et al., 2002).

*Slippage strand mispairing* selama replikasi DNA dapat dikoreksi oleh *exonucleolytic proofreading* dan *mismatch repair*. *Exonucleolytic proofreading* adalah proses pengujian untai DNA yang salah, yang dibuat oleh DNA polimerase selama sintesis DNA. Jika kesalahan ditemukan, eksonuklease akan mendegradasi DNA tersebut dan kemudian akan mereplikasi kembali untai DNA yang baru, dengan back-up DNA polimerase. Kesalahan yang dibuat oleh DNA polimerase tidak akan menjadi mutasi semuanya, sebab kesalahan itu akan diperbaiki (dihapus) oleh proofreading. *Exonucleolytic proofreading* mendeteksi kesalahan dengan memonitor DNA yang telah direplikasi, apakah membentuk struktur DNA ganda yang normal dengan untai template-nya. Struktur DNA yang tidak normal akan merangsang (trigger) aktivitas eksonuklease. *Proofreading* dipengaruhi oleh GC content dan sekuen DNA. *Mismatch repair* berperan dalam mengenali dan memperbaiki kembali basa yang muncul karena salah dalam penggabungan. *Mismatch repairs* memainkan peranan kunci dalam meregulasi kestabilan mikrosatelit, perbedaan dalam perbaikan loops oleh *mismatch repairs* menyebabkan banyaknya variasi mikrosatelit di dalam dan diantara spesies (Eisen, 1999).

Ada beberapa permasalahan dalam menggunakan penanda mikrosatelit. Permasalahan ini dapat dikelompokkan ke dalam problem praktek dan problem data. Problem praktek meliputi: i) Pemilihan primer untuk mikrosatelit, banyak jenis primer yang telah didisain untuk analisis mikrosatelit pada tanaman. Primer-primer itu perlu diskriminasi dan dioptimasi sebelum diaplikasikan pada jenis tanaman tertentu, karena setiap tanaman mempunyai karakteristik spesifik yang berbeda satu sama lain, ii) *Slippage* selama proses amplifikasi, termopolimerase dapat slip sehingga menghasilkan produk yang berbeda dalam ukurannya. iii) Ukuran produk amplifikasi berbeda dari ukuran produk sebenarnya. Ketidakakuratan dalam identifikasi alel mungkin juga disebabkan oleh Taq polimerase yang menambah nukleotida adenosin sampai ujung 3' produk amplifikasi. Ginot et al. (1996) menyatakan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menambah polimerase

*pfu* selama atau setelah proses PCR, atau dengan menggunakan polimerase DNA T4 setelah PCR.

Homoplasi adalah salah satu problem data dalam analisis mikrosatelit. Homoplasi didefinisikan sebagai dua alel sama dalam satu keadaan, tetapi tidak sama secara keturunan. Homoplasi mungkin menyebabkan problem dalam analisis studi genetika populasi, dimana dapat mempengaruhi pengukuran keragaman genetik, aliran gen, jarak genetik, metode penetapan dan analisis filogenetik (Estoup et al., 2002). Homoplasi dalam analisis DNA kloroplas menggunakan mikrosatelit dianggap sebagai sebuah pembatas utama, ketika digunakan sebagai penanda genetik (Provan et al., 2001). Para peneliti secara umum telah menganggap bahwa tingkat homoplasi cukup rendah pada mikrosatelit menggunakan DNA kloroplas (Cuenca et al., 2003).

Mikrosatelit mempunyai karakteristik sebagai berikut: tingkat polimorfisme yang tinggi, bersifat kodominan, dan diwariskan mengikuti hukum mendel (Powell et al., 1996; Hancock, 1999). Mikrosatelit telah diaplikasikan untuk: i) Identifikasi forensik (Balding, 1999), bertujuan untuk mengkaitkan sampel darah, sperma, jaringan rambut atau daging dari kasus kriminal, ii) Diagnosis dan identifikasi penyakit, seperti deteksi kanker (Moxon et al., 1999), iii) Studi populasi genetika, untuk mengamati variasi dan membuat kesimpulan tentang struktur populasi, hanyutan genetik (genetic drift), dan genetic bottlenecks, iv) Konservasi biologi, untuk mengamati perubahan dalam populasi, pengaruh fragmentasi dan interaksi populasi yang berbeda serta untuk identifikasi populasi yang baru terbentuk.

#### *Cleaved Amplified Polymorphic Sequences (CAPS)*

Penanda CAPS sering juga dikenal dengan penanda PCR-RFLP (Polimerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism) (Konieczny dan Ausubel, 1993). Secara teknis, penanda CAPS dihasilkan dari dua tahapan kegiatan, pertama DNA template diamplifikasi dengan PCR menggunakan sepasang primer spesifik. Primer spesifik didisain berdasarkan informasi sekuen DNA yang tersedia di bank genom, sekuen cDNA atau klon pita-pita RAPD; kedua, Produk PCR kemudian dipotong dengan enzim restriksi. Biasanya enzim restriksi yang digunakan adalah empat

basa yang memiliki tempat pemotongan (*restriction site*) spesifik. Hasil pemotongan dengan enzim restriksi kemudian dipisahkan dengan gel agarose atau poliakrilamid pada konsentrasi tertentu, sehingga akan diperoleh pola pita polimorfik atau pita monomorfik. Adanya variasi pola pita yang dihasilkan merupakan akibat insersi atau delesi satu nukleotida yang mengakibatkan berubah tempat pemotongan enzim restriksi.

Penanda CAPS memiliki beberapa kelebihan, yaitu: i) membutuhkan kuantitas DNA template yang rendah (50-100 ng per reaksi) untuk PCR, ii) bersifat kodominan (Matsumoto dan Tsumura, 2004) dan lokus spesifik sehingga dapat digunakan untuk membedakan individu homozigot dan heterozigot, iii) tidak memerlukan tahapan hibridisasi southern blot, dan iv) tidak menggunakan radioaktif. Kelemahan penanda ini adalah: i) dibutuhkan informasi sekuen DNA dalam mendisain primer spesifik untuk PCR; ii) sulit mendapatkan pola pita polimorfik karena ukuran fragmen hasil amplifikasi PCR yang pendek yaitu 300-1800 bp serta terbatasnya mutasi, sehingga memerlukan skrining dengan banyak enzim restriksi. Untuk mengatasi kelemahan ini para peneliti telah mengembangkan varian baru dari CAPS yang disebut dCAPS (*derived cleaved amplified polymorphic sequence*), dimana metode tersebut mengeleminasi permasalahan yang berkaitan dengan penanda CAPS dengan menghasilkan ketidaksesuaian primer dalam PCR yang kemudian digunakan untuk menghasilkan polimorfisme berdasarkan target mutasi (Michaels dan Amasino, 1998; Neff et al., 1998).

Penanda CAPS atau PCR-RFLP dapat diaplikasikan pada DNA nuklear atau organel. Pada tanaman, DNA kloroplas sering menjadi target untuk amplifikasi dengan penanda ini. Penanda ini diaplikasi untuk studi pemetaan gen (Akopyanz et al., 1992; Konieczny dan Ausubel, 1993), distribusi geografi spesies seperti Oak (Petit et al., 2002a), studi filogenetik (species dipterocarp, Indrioko et al., 2006), identifikasi refugia dan rute rekolonisasi spesies (Petit et al., 2002b).

### *Sequence Characterized Amplified Region (SCAR)*

SCAR adalah fragmen DNA yang diamplifikasi dengan PCR menggunakan primer spesifik yang didesain dari sekuen nukleotida dari klon fragmen RAPD yang terkait dengan ciri yang menjadi

perhatian utama (Paran dan Micheltore, 1993). Variasi polimorfisme dapat dideteksi dengan elektroporesis pada gel agarose atau poliakrilamid. Keuntungan penanda ini adalah cepat dan mudah digunakan, reproduktifitas yang tinggi, memiliki lokus spesifik, dan kuantitas DNA template yang diperlukan sedikit (10–100 ng per reaksi), kurang sensitive terhadap kondisi reaksi, bersifat kodominan. Kelemahan adalah butuh informasi sekuen untuk mendisain primer untuk PCR. Penanda SCAR digunakan untuk identifikasi kultivar (Wang et al., 2001; Busconi et al., 2006; Warudee et al., 2006; Theerakulpisut et al., 2008), lokasi gen resisten penyakit (Paran dan Micheltore, 1993; Anandaraj et al., 2008; Filho et al., 2002), dan pemetaan genetik (Lahogue et al., 1998; Hernandez et al., 2001).

### *Single-Strand Conformation Polymorphism (SSCP)*

*Single Strand Conformation Polymorphism* (polimorfisme konformasi utas tunggal) adalah pergeseran mobilitas molekul DNA utas tunggal pada gel poliakrilamid netral, polimorfisme dideteksi sebagai hasil perbedaan pelipatan utas tunggal DNA karena adanya perbedaan sekuen (biasanya satu pasang basa) (Orita et al., 1989). Pengujian dengan menggunakan penanda SSCP terdiri dari beberapa tahapan, Pertama, satu atau lebih fragmen DNA diamplifikasi dengan PCR. Produk amplifikasi kemudian didenaturasi dengan pemanasan, dan selanjutnya dielektroporesis pada gel poliakrilamid. SSCP dideteksi sebagai perbedaan mobilitas individu fragmen DNA terhadap fragmen DNA yang lain.

Teknik ini memiliki sensitifitas yang tinggi dalam mendeteksi perbedaan fragmen DNA yang disebabkan oleh mutasi posisi satu nukleotida. Fragmen dapat dilabel dengan radioisotope atau pewarna fluorescen selama atau sesudah tahapan PCR dan pita-pita kemudian dideteksi dengan autoradiograph atau fluorometry, sedangkan fragmen yang tidak dilabel dapat divisualisasi dengan pewarnaan menggunakan etidium bromida.

Keuntungan analisis SSCP adalah secara teknik sederhana dan cepat, serta memiliki sensitifitas yang tinggi dalam mendeteksi mutasi seperti substitusi, delesi atau insersi (Hayashi, 1993). Kelemahan SSCP adalah membutuhkan waktu dan tenaga untuk optimasi PCR dan elektroporesis, relatif mahal dan tidak otomatis.

SSCP digunakan untuk pemetaan genetik (Plomion et al., 1999; Shirasawa et al., 2004), identifikasi spesies (Widyatmoko et al., 2010; Lekawipat et al., 2003), dan studi populasi genetik (Vijayan et al., 2010).

### *DNA barkoding (Barcoding DNA)*

DNA barkoding adalah satu atau lebih sekuen gen pendek yang diambil dari bagian genom yang digunakan untuk mengidentifikasi spesies (Kress dan Erickson, 2008a; 2008b). Kriteria minimal sekuen DNA yang dapat dijadikan sebagai DNA barkoding adalah: 1) memiliki perbedaan dan variabilitas genetik yang tinggi pada tingkat spesies, 2) memiliki ukuran sekuen DNA pendek sehingga mudah untuk ekstraksi DNA dan amplifikasi, 3) menggunakan primer universal untuk amplifikasi PCR (Kress dan Erickson, 2008a; 2008b), sedangkan Taberlet et al. (2007) menyatakan bahwa DNA barkoding yang ideal seharusnya memiliki kriteria sebagai berikut, yaitu: 1) harus cukup bervariasi untuk membedakan semua spesies, tetapi cukup terkonservasi dan kurang bervariasi di dalam dan di antara spesies, 2) harus standar, dengan daerah DNA yang sama seharusnya dapat membedakan golongan taksonomi spesies. 3) sasaran daerah DNA harus mengandung informasi filogenetik yang cukup untuk memudahkan identifikasi spesies dan golongan taksonominya (spesies, familia, dsb). 4) harus cukup kuat, dengan lokasi primer yang terkonservasi, dan tingkat amplifikasi dan sekuensing DNA yang dapat dipercaya. Ini penting ketika menggunakan DNA yang tercampur dengan banyak species untuk diidentifikasi pada waktu yang sama, dan 5) sasaran daerah DNA harus cukup pendek untuk memudahkan amplifikasi DNA yang terdegradasi.

Beberapa kandidat gen yang disarankan untuk barkoding DNA tanaman kebanyakan berada pada DNA kloroplas, yang meliputi gen *accD*, *matK*, *ndhJ*, *rpoB2*, *rpoC1*, dan *ycf5*, (Chase et al., 2007, Lahaye et al., 2008); *rbcL*, (Kress dan Erickson, 2007); *trnL* intron, (Taberlet et al., 2006); dan *trnH-psbA* (Kress et al., 2005; Kress dan Erickson, 2007). The Internal Transcribed Spacer (ITS), di DNA nuklear tanaman juga menunjukkan bagian yang menjanjikan sebagai DNA barkoding tanaman (Kress et al., 2005; Sass et al., 2007).

Dari sekian banyak gen kandidat yang dapat digunakan untuk barkoding DNA tanaman, Consortium for the Barcoding of Life (CBOL) Plant Working Group (2009) merekomendasikan tiga gen yang dapat digunakan untuk DNA barkoding tanaman, yaitu *rbcL*, *matK* dan ITS, sedangkan pada hewan, sekuen DNA yang dapat dijadikan untuk barkoding adalah gen *cytokrom c* oksidasi (COI) di DNA mitokondria. Pada tanaman gen COI tidak dapat digunakan sebagai barkoding karena rendahnya tingkat perubahan sekuen, variabilitas yang rendah antar species. DNA barkoding dapat digunakan untuk: i) bidang taksonomi dan filogenetik tanaman (Kress et al., 2010; Gonzalez et al., 2009), untuk mengidentifikasi tanaman, yang selama ini dilakukan secara morfologi, dan dengan adanya penggunaan data DNA tentu akan menghasilkan identifikasi tanaman yang lebih akurat, dan ii) untuk mengidentifikasi kemurnian produk biologi (Valentini et al., 2010).

### 6.3. Pengukuran Keragaman Genetik

Berikut ini adalah parameter-parameter pengukuran yang sering digunakan untuk mengkuantifikasi variasi genetik dalam populasi:

a. Persentase lokus polimorfik (PPL)

Proporsi lokus polimorfik atau lokus heterozigot umum digunakan sebagai penduga utama keragaman genetik. Sebuah lokus gen dianggap polimorfik jika paling sedikit dua varian (alel) berbeda diamati dan sebuah dianggap monomorfik jika tidak ada variasi genetik yang diamati. Dalam banyak kasus, sebuah lokus gen dianggap polimorfik hanya jika frekuensi alel yang umum kurang dari 95%. Besarnya nilai PPL tergantung pada lokus yang disampling (lokus yang dipilih dan ukuran sampel). Persentase lokus polimorfik dihitung menurut formula berikut:

$$PPL = \frac{\sum(PL)}{\sum(PL) + \sum(ML)} \times 100\%$$

Dimana

PPL = Persentase lokus polimorfik

$\sum(PL)$  = Jumlah lokus Gen yang polimorfik

$\sum(ML)$  = Jumlah lokus gen yang monomorfik

b. Rata-rata jumlah alel per lokus (A/L)

Keragaman genetik sebuah populasi pada satu lokus gen adalah jumlah alel yang diamati yang tidak mencerminkan frekuensi alel. Rata-rata jumlah alel per lokus (A/L) dihitung dengan menggunakan formulas sebagai berikut:

$$A/L = \frac{\Sigma(A)}{\Sigma(PL) + \Sigma(ML)}$$

Dimana

A/L = rata-rata jumlah alel per lokus gen,

$\Sigma(A)$  = Total jumlah alel pada semua lokus

$\Sigma(PL)$  = Jumlah lokus Gen yang polimorfik

$\Sigma(ML)$  = Jumlah lokus gen yang monomorfik

c. Jarak genetik.

Jarak genetik mengukur perbedaan struktur genetik diantara dua populasi pada lokus gen tertentu, dan nilai ini berguna untuk mengelompokkan populasi-populasi yang dipelajari ke dalam beberapa kelompok tertentu. Perbedaan genetik lebih dari dua populasi adalah sering dianalisis dengan matrik dimana jarak genetik semua populasi dikombinasikan. Secara umum, nilai pengukuran jarak genetik berkisar dari 0-1. Nilai jarak genetik minimum 0, jika struktur genetik dua populasi tersebut identik dan nilai jarak genetik maksimum 1 dicapai jika dua populasi tidak membagi tipe genetik (alel) dengan populasi lain. Diantara banyak standar pengukuran jarak genetik, pengukuran jarak genetik Nei (D) (Nei, 1972) sering digunakan. Formula jarak genetik Nei (1972) adalah sebagai berikut:

$$D = - \ln [J_{XY} / (J_X J_Y)^{0.5}]$$

dimana  $J_{XY} = \sum X_i . Y_i$  ,  $J_X = \sum X_i^2$  ,  $J_Y = \sum Y_i^2$  , dan  $X_i$  dan  $Y_i$  melambangkan frekuensi  $i$  dalam populasi X dan Y.

d. Keragaman genetik.

Pengukuran keragaman genetik adalah menghitung perbedaan frekuensi tipe genetik (alel atau genotipe) dalam sebuah populasi. Formula yang sering digunakan untuk

menghitung keragaman genetik adalah indeks keragaman Shannon (Lewontin, 1972) dan formula Nei (1973). Indeks keragaman Shannon's adalah:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i,$$

dimana  $p_i$  adalah frekuensi pita RAPD yang diberikan. Indeks keragaman Shannon's dapat diaplikasikan untuk analisis data RAPD karena indeks tersebut relative tidak sensitive terhadap penyimpangan yang dihasilkan oleh kegagalan untuk mendeteksi individu-individu heterozigot (Dawson *et al.*, 1995). Nilai  $H'$  diukur pada dua level: rata-rata keragaman dalam populasi ( $H_{POP}$ ) dan total keragaman ( $H_{SP}$ ), kemudian proporsi keragaman antar populasi diduga dengan rumus:

$$(H_{SP} - H_{POP}) / H_{SP}$$

Pengukuran keragaman genetik berdasarkan formula Nei (1973) yang dikenal dengan keragaman gen atau heterozigot harapan ( $H_e$ ). Berikut ini adalah formula keragaman genetik Nei (1973):

$$H_e = 1 - \sum p_i^2,$$

dimana  $p_i$  = frekuensi alel ke- $i$  dalam semua populasi spesies yang dianalisis. Rata-rata keragaman genetik pada tingkat species diperoleh dari rata-rata  $H_e$  semua lokus. Total keragaman genetik untuk species ( $H_T$ ) dan rata-rata keragaman genetik dalam populasi ( $H_S$ ) diduga untuk setiap lokus polimorfik menggunakan persamaan diatas. Keragaman genetik yang berada diantara populasi ( $G_{ST}$ ) ditentukan untuk setiap lokus polimorfik dengan persamaan:

$$G_{ST} = (H_T - H_S) / H_T.$$

Menurut Nei (1978) bahwa Nilai  $G_{ST}$  berkisar dari 0-1, dan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu nilai  $G_{ST} < 0.05$  menunjukkan perbedaan genetik antar populasi yang rendah, kisaran nilai  $0.05 < G_{ST} < 0.150$  menunjukkan perbedaan genetik antar populasi yang sedang (moderat) dan nilai  $G_{ST} \geq 0.150$  mengindikasikan perbedaan genetik antar



populasi yang besar. Nilai GST dapat juga digunakan untuk menghitung rata-rata jumlah migrasi per generasi (Nm) untuk setiap lokus dengan formula sebagai berikut:

$$Nm = ((1-G_{ST})/4G_{ST})$$

e. Analisis kluster (pengelompokan)

Kluster analisis adalah sebuah metode untuk mengilustrasikan perbedaan genetik antar populasi secara grafik. Kluster analisis didasarkan pada perhitungan jarak genetik. Populasi dengan jarak genetik yang kecil, artinya populasi sama secara genetik. Dengan membuat diagram pohon keturunan dapat digambarkan perbedaan genetik suatu populasi. Satu populasi biasanya dikelompokkan ke dalam beberapa cabang pohon keturunan.

#### **6.4. Keragaman Genetik Pasak Bumi Di Hutan Larangan Rumbio**

Analisis keragaman genetik pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio dengan menggunakan pananda RAPD telah dilakukan oleh Rosmaina et al. (2015). Berikut ini diuraikan prosedur dan hasil penelitiannya:

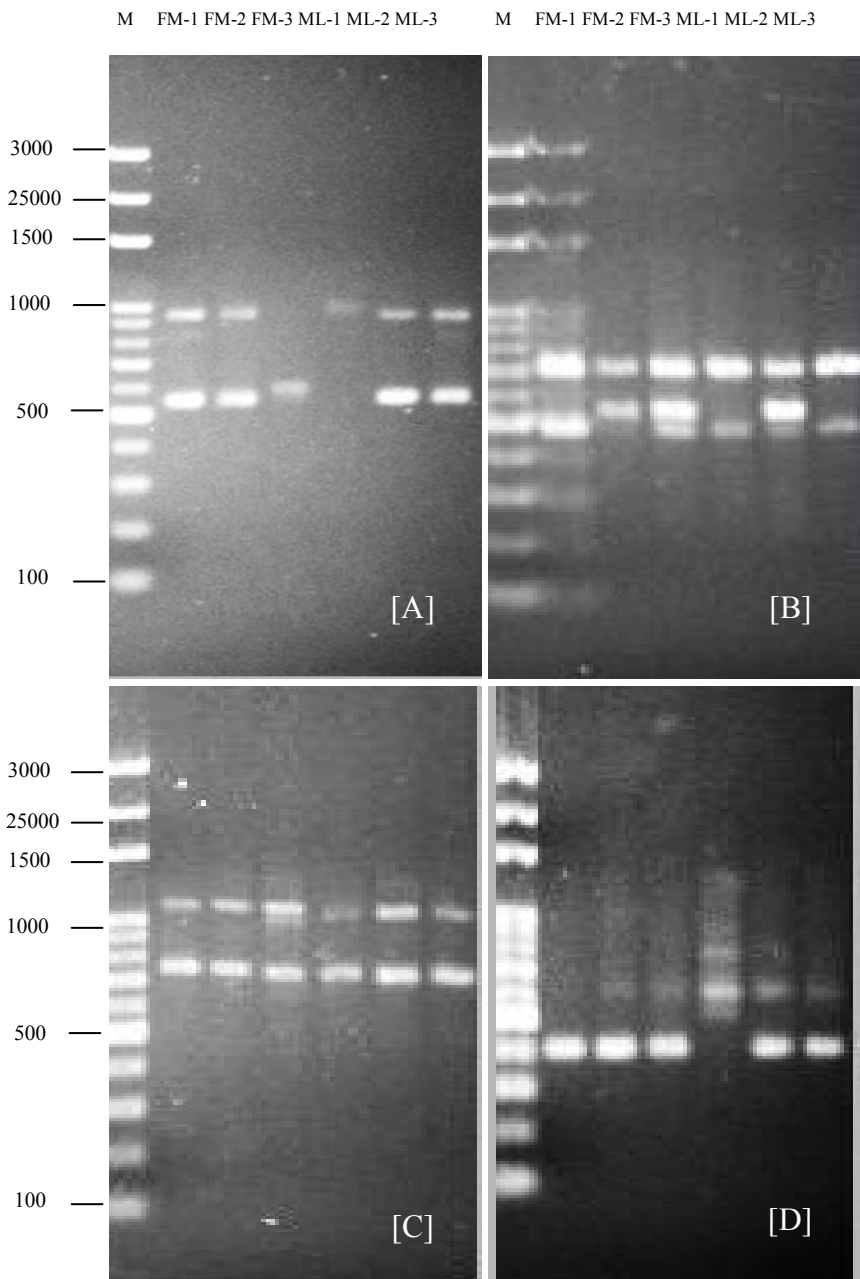
1. Daun muda anakan pasak bumi jantan dan pasak bumi betina dikoleksi dari hutan larangan adat Kenegerian Rumbio, dimana masing jenis pasak bumi diambil tiga individu.
2. Sampel daun dibawa ke laboratorium dan disimpan dalam freezer pada suhu -20°C sampai ekstraksi DNA dilakukan.
3. Total DNA di isolasi dengan menggunakan metode Cetyl-Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) seperti prosedur yang dilakukan oleh Doyle and Doyle (1990).
4. Skirining primer untuk menentukan primer yang cocok atau sesuai untuk amplifikasi berikutnya.
5. Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan PCR CFX 96TM Real Time (BioRad), dengan pengaturan PCR sebagai berikut: denaturasi awal selama lima (5) menit pada suhu 95°C, diikuti dengan 36 siklus denaturasi selama satu menit pada

suhu 94°C, annealing (penempelan primer) selama satu menit pada suhu 37°C, ekstensi (pemanjangan primer) selama satu menit pada suhu 72°C, dan ekstensi akhir selama delapan menit pada suhu 72°C.

6. Pemisahan produk PCR pada 1.0% (w/v) gel agarose dalam larutan buffer TAE 1X pada tegangan 100 volt selama 30-45 menit, dan kemudian gel agarose diwarnai dengan 0.5% (v/v) larutan etidium bromide.
7. Pola pita pada gel agarose kemudian diamati dibawah sinar ultraviolet (UV) dan kemudian diambil gambarnya dengan menggunakan peralatan Gel Doc system (BioRad). DNA ladder 100 bp (Amresco) dimasukkan ke dalam gel sebagai referensi ukuran atau penanda. Analisis pola pita dilakukan menggunakan Software Image Lab version 2.0.1 (BioRad).

Hasil amplifikasi DNA pasak bumi jantan dan betina dengan metode RAPD diperoleh hanya empat primer yang menampilkan pola pita polimorfik, yaitu primer OPD-08, OPO-16, OPO-13 dan OPT-07 (Gambar 6.1), sedangkan primer lain menunjukkan pola pita monomorfik dan tidak berhasil diamplifikasi. Berdasarkan analisis RAPD empat primer yang polimorfik tersebut disimpulkan bahwa pasak bumi jantan dan pasak bumi betina tidak berbeda secara genetik karena tidak ada primer yang dapat membedakan kedua tipe pasak bumi ini. Oleh karena itu, disarankan untuk menskrining primer yang lebih banyak atau menggunakan penanda DNA yang lain untuk mendapatkan penanda spesifik dalam membedakan kedua jenis pasak bumi.

Persentase lokus polimorfik berkisar dari 23.08% untuk pasak bumi betina sampai 26.92% untuk pasak bumi jantan. Lokus polimorfik mengindikasikan bahwa variasi genetik diantara pasak bumi jantan adalah lebih tinggi dari pasak bumi betina. Dalam studi ini, pendugaan indek keragaman Shannon's ( $H'$ ) mengindikasikan bahwa variasi genetik pasak bumi betina adalah lebih rendah dari variasi genetik pasak bumi jantan (Tabel 6.1). Penurunan variasi genetik dalam pasak bumi betina kemungkinan disebabkan oleh banyaknya pengambilan tanaman tersebut di hutan larangan adat kenegerian Rumbio karena jenis pasak bumi ini lebih pahit dan masyarakat lokal mengklaim bahwa pasak bumi betina lebih efektif daripada bagian pasak bumi jantan.



Gambar 6.1. Hasil amplifikasi RAPD dengan primer: OPT-07 [A]; OPD-08 [B]; OPO-13 [C] dan OPO-16 [D]. FM-1-FM-3 [pasak bumi betina]; ML-1-ML-3 [pasak bumi jantan] (Sumber: Rosmaina et al., 2015).

Pada tingkat spesies, persentase lokus polimorfik dan indeks keragaman Shannon's berturut-turut adalah 38.46% dan 0.1812. Rata-rata persentase lokus polimorfik pada pasak bumi ini lebih rendah dibandingkan dengan persentase lokus polimorfik yang dilaporkan oleh Hamrick and Godt (1996) pada spesies tanaman berumur panjang (48.1%). Rendahnya lokus polimorfik dapat diterangkan oleh ukuran sampel yang sedikit (enam individu). Jumlah individu sampel akan menentukan jumlah alel yang tertangkap dalam sebuah populasi. Menurut Ward dan Jasieniuk (2009) bahwa keragaman genetik sensitive terhadap jumlah individu dan jumlah lokus yang disampling.

Faktor lain yang mungkin menyebabkan rendahnya lokus polimorfik adalah telah terfragmentasi habitat pasak bumi di hutan larangan Adat Rumbio karena pengembangan perumahan penduduk dan perluasan areal perkebunan karet masyarakat. Secara teoritis, penurunan ukuran populasi menyebabkan bottlenecks yang mana cenderung menurunkan proporsi lokus polimorfik dan mereduksi jumlah alel per lokus dalam habitat yang terfragmentasi dan mendorong terjadinya kehilangan genetik (Ellstrand dan Elam 1993, Young *et al.*, 1996). Lebih jauh, kegagalan penyerbukan adalah sebuah yang umum terjadi dalam populasi yang kecil dan terfragmentasi karena pollinator kurang atraktif terhadap populasi-populasi yang berukuran kecil (Andrieu *et al.*, 2009), yang dapat berkonsekuensi pada penurunan pembentukan buah atau benih.

Tabel 6.1. Indeks keragaman genetik pasak bumi ( *E. longifolia*)

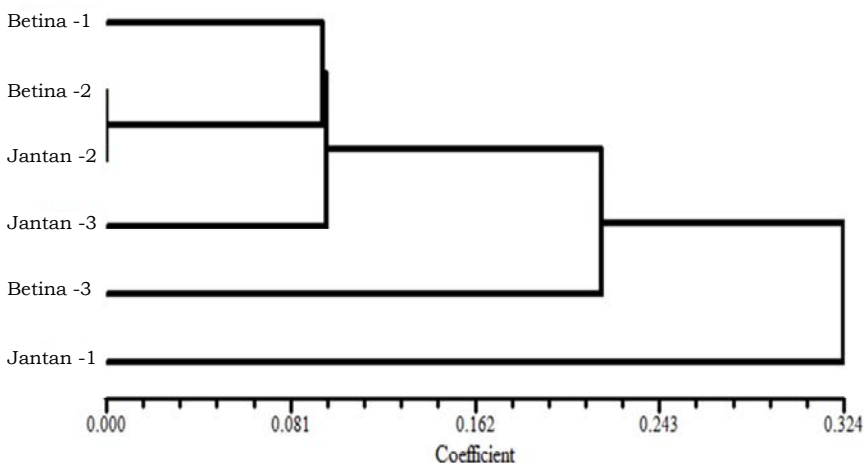
Sampel	Persentase lokus polimorfik (%)	indeks keragaman Shannon's ( $H' \pm SE$ )
Pasak bumi Betina	23.08	0.1415 $\pm$ 0.2676
Pasak bumi Jantan	26.92	0.1519 $\pm$ 0.2608
Rata-rata	25.00	0.1467 $\pm$ 0.2642
Tingkat Spesies	38.46	0.1812 $\pm$ 0.2564

Sumber: Rosmiana et al., (2015)

Nilai differensiasi genetik antar populasi  $(H_{SP} - H_{POP})/H_{SP}$  diduga melalui indeks keragaman Shannon's, yaitu 0.1904. nilai ini mengindikasikan bahwa 80.96% dari total keragaman genetik

berada dalam populasi, sedangkan 19.04% dari total keragaman ditemukan diantara populasi. Beberapa faktor seperti system perkawinan, aliran gen, kerapatan tegakan dan penyebaran benih mempengaruhi struktur genetic populasi pasak bumi. Nilai duga aliran gen ( $Nm$ ) antara pasak bumi jantan dan pasak bumi betina dalam studi ini adalah 2.117 individu per generasi dan termasuk kedalam kategori moderat (Govindaraju, 1989).  $Nm > 1$  pada species yang menyerbuk silang karena mekanisme aliran polen yang berjalan dengan baik pada tanaman pasak bumi. Aliran gen ditentukan oleh pollinator, penyebar biji, kerapatan tegakan, fenologi pembungaan, distribusi gender (tanaman jantan dan betina), kecepatan penyerbukan silang dan tekanan silang dalam (*inbreeding depression*) (Dick *et al.*, 2008).

Nilai koefisien jarak genetik Jaccard's antar pasak bumi jantan dan pasak bumi betina adalah berkisar dari 0.00 sampai 0.348. Dendrogram UGMA berdasarkan koefisien jarak genetik Jaccard's genetic distance menunjukkan bahwa pasak bumi dibagi menjadi tiga kelompok (Gambar 6.2). Dendrogram ini tidak secara jelas memisahkan antara pasak bumi jantan dan pasak bumi betina sebab tidak ada primer yang spesifik yang dapat membedakan mereka.



Gambar 6.2. Dendrogram UPGMA pasak bumi jantan dan pasak bumi betina berdasarkan nilai koefisien jarak genetik Jaccard's (Sumber: Rosmaina *et al.*, 2015).

## 6.5. Daftar Pustaka

- Agarwal, M., N. Shrivastava, and H. Padh. 2008. Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences. *Plant Cell Reporter*, 27: 617– 631. DOI 10.1007/s00299-008-0507-z
- Anandaraj, M., S. Chandran, R.S. George, A.I. Bhat, and R.S. Bhai. 2008. Development of SCAR marker for Phytophthora resistance in black pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops* 17(3): 215–222
- Andrieu, E., Dornier, A., Rouifed, S., Schatz, B. & Cheptou, P.O. 2009. The town crepis and the country crepis: how does fragmentation affect a plant pollinator interaction? *Acta Oecologia*, 35: 1-7.
- Akopyanz, N., N.O. Bukanov, T.U. Westblom, and D.E. Berg. 1992. PCR-based RFLP analysis of DNA sequence diversity in the gastric pathogen *Helicobacter pylori*. *Nucleic Acids Research*, 20: 6221-6225.
- Balding, D. 1999. Forensic applications of microsatellite markers. In: Golstein, DB. and Schlötterer, C. (Eds.). *Microsatellite: evolution and applications*. Oxford University Press. pp. 198-210.
- Botstein, D., R. White, M. Skolnick, and R.W. Davis. 1980. Construction of genetic linkage map in human, using restriction fragment length polymorphism. *American Journal of Human Genetics* 32: 314-331.
- Brubaker, C.L. And J.F. Wendel. 1994 Reevaluating the origin of domesticated cotton (*Gossypium hirsutum*; Malvaceae) using nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). *American Journal of Botany*, 81: 1309–1326
- Busconi, M,L., Sebastiani, and C. Fogher. 2006. Development of SCAR markers for germplasm characterisation in olive tree (*Olea europea* L.). *Molecular Breeding*, 17: 59–68, DOI 10.1007/s11032-0051395-3

- Chase, M.W., R.S. Cowan, P.M. Hollingsworth, C. Van Den Berg, S. Madrin'an, G. Petersen, O. Seberg, T. Jorsensen, K.M. Cameron, M. Carine, N. Pedersen, T.A.J. Hedderson, F. Conrad, G.A. Salazar, J.E. Richardson, M.L. Hollingsworth, T.G. Barraclough, L. Kelly, and M. Wilkinson. 2007. A proposal for a standardised protocol to barcode all land plants. *Taxon* 56: 295–299.
- Cheng, K.T., H.C. Chang, C.H. Su, and F.L. Hsu. 1997. Identification of dried rhizomes of *Coptis* species using random amplified polymorphic DNA. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 38: 241–244
- Dubreuil, P., P. Dufour, E. Krejci, M. Causse, D. De Vienne, A. Gallais, and A. Charcosset. 1996. Organization of RFLP diversity among inbred lines of maize representing the most significant heterotic groups. *Crop Science*, 36: 790– 799
- Consortium for the Barcoding of Life (CBOL) Plant Working Group. 2009. A DNA barcode for land plant. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106: 12794–12797.
- Cuenca, A., A.E. Escalante, and D. Pinero. 2003. Long distance colonization, isolation by distance and historical demography in a relictual Mexican Pinyon Pine (*Pinus nelsonii* Shaw) as revealed by paternally inherited genetic markers (cpSSRs). *Molecular Ecology*, 12: 2087–2097.
- Dick, C.W., Hardy, O.J., Jones, F.A. & Petit, R.J. 2008. Spatial Scales of Pollen and Seed-Mediated Gene Flow in Tropical Rain Forest Trees. *Tropical Plant Biology*, 1: 20–33.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12: 13–15.
- Eisen, J.A. 1999. Mechanistic basis for microsatellite instability. In: Golstein, D. B. and Schlötterer, C. (Eds.). *Microsatellite: evolution and applications*. Oxford University Press. pp. 34–48.
- Ellegren, H. 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nature Reviews*, 5: 435–445

- Ellstrand N.C. & Elam D.R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual Review Ecology and Systematic*. 24: 217–242.
- Estoup, A., P. Jarne, and J.M. Cornent. 2002. Homoplasmy and mutation model at microsatellite loci and their consequences for population genetic analysis. *Molecular Ecology*, 11: 1591–1604.
- Filho, S.M., C.S. Sedyama, M.A. Moreira, and E.G. de Barros. 2002. RAPD and SCAR markers linked to resistance to frogeye leaf spot in soybean. *Genetics and Molecular Biology*, 25(3): 317–321
- Finkeldey, R. 2003. An Introduction to Tropical Forest Genetic. Institute of Forest Genetic and Tree Breeding, University of Goettingen, Germany.
- Ginot, F., I. Bordelais, S. Nguyen, and G. Gyapay. 1996. Correction of some genotyping errors in automated fluorescent microsatellite analysis by enzymatic removal of obo base overhangs. *Nucleic Acids Research*, 24(3): 540–541.
- Gonzalez, M.A., C. Baraloto, J. Engel, S.A. Mori, P. Pe´tronelli, B. Rie´ra, A. Roger, C. The´baud, and J. Chave. 2009. Identification of Amazonian Trees with DNA Barcodes. *PLoS ONE* 4(10): e7483. doi:10.1371/journal.pone.0007483
- Govindaraju, R.D. 1989. Variation in gene flow levels among predominantly self-pollinated plants. *Journal of Evolution Biology*, 2:173–181.
- Hamrick, J.L. & Godt, M.J.W. 1996. Effects of life history trait on genetic diversity in plant species. *Philosophical Transactions Royal Society London Series Biological Sciences*, 351: 1291–1298.
- Hancock, J.M. 1999. Microsatellite and other simple sequences: genomic context and mutational mechanism. In: Golstein, D. B. and Schlötterer, C. (Eds.). *Microsatellite: evolution and applications*. Oxford University Press. pp. 1–9.
- Hayashi, K. 1992. PCR-SSCP—rapid and easy detection of DNA sequence changes. *Human Cell*, 5: 180–184



- Hernandez, P., R. Rosa, L. Rallo, G. Dorado, and A. Martin. 2001. Development of SCAR markers in olive (*Olea europea*) by direct sequencing of RAPD products: applications in olive germplasm evaluation and mapping. *Theoretical and Applied Genetics*, 103: 788–791.
- Indrioko, S., O. Gailing, and R. Finkeldey. 2006. Molecular phylogeny of Dipterocarpaceae in Indonesia based on chloroplast DNA. *Plant Systematics and Evolution*, 261: 99–115
- Jones, C.J., K.J. Edwards, S. Castaglione, M.O. Winfield, F. Sala, C. Van de Wiel, G. Bredemeijer, B. Vosman, M. Matthes, A. Daly, R. Brettschneider, P. Bettini, M. Buiatti, E. Maestri, A. Malcevski, N. Marmioli, R. Aert, G. Volckaert, J. Rudea, R. Linacero, A. Vazquez, and A. Karp. 1997. Reproducibility testing of RAPD, AFLP and SSR markers in plants by a network of European laboratories. *Molecular Breeding*, 3: 381–390
- Karsinah, Sudarsono, L. Setyobudi, dan H. Aswidinnoor. 2002. Keragaman Genetik Plasma Nutfah Jeruk Berdasarkan Analisis Penanda RAPD. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 7(1): 8–16.
- Konieczny, A. and F.M. Ausubel. 1993. Procedure for mapping Arabidopsis mutations using co-dominant ecotypespecific PCR-based markers. *Plant Journal*, 4: 403–410
- Kress, W.J., D.L. Erickson, N.G. Swenson, J. Thompson, M. Uriarte, and J.K. Zimmerman. 2010. Advances in the Use of DNA Barcodes to Build a Community Phylogeny for Tropical Trees in a Puerto Rican Forest Dynamics Plot. *PLoS ONE* 5(11): e15409. doi:10.1371/journal.pone.0015409
- Kress, W.J. and D.L. Erickson. 2008a. DNA Barcoding—a Windfall for Tropical Biology? *Biotropica*, 40(4): 405–408 DOI: 10.1111/j.1744-7429.2008.00426.x
- Kress, W.J. and D.L. Erickson. 2008b. DNA barcoding: Genes, genomics, and bioinformatics. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 105: 2761–2762.

- Kress, W.J. and D.L. Erickson. 2007. A twolocus global DNA barcode for land plants: The coding *rbcl* gene complements the noncoding *trnH-psbA* spacer region. *PLoS ONE* 2: e508. doi:10.1371/journal.pone.0000508.
- Kress, W.J., K.J. Wurdack, E.A. Zimmer, L.A. Weigt, and D.H. Janzen. 2005. Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 102: 8369– 8374.
- Lahogue, F., P. This, and A. Bouquet. 1998. Identification of a codominant scar marker linked to the seedlessness character in grapevine. *Theoretical and Applied Genetics*, 97: 950–959
- Lahaye, R., M. Van Der Bank, D. Bogarin, J. Warner, F. Pupulin, G. Gigot, O. Maurin, S. Duthoit, T.G. Barraclough, and V. Savolainen. 2008. DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 105: www.pnas.org/cgi\_doi\_10.1073\_pnas.07 09936105
- Lekawipat, N., K. Teerawatanasuk, A. Vanavichit, T. Toojinda, and S. Tragoonrung. 2003. Evaluating the genetic relatedness of wild and cultivated *Hevea brasiliensis* accessions with SSCP markers. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 35(2): 123-134,
- Lewontin, R.C. 1972. The apportionment of human diversity. *Evolution Biology* 6: 381–398.
- Li, A., S. Ge. 2006. Genetic variation and conservation of *Changnienia amoena*, an endangered orchid endemic to China. *Plant Systematic and Evolution*, 258: 251–260. DOI 10.1007/s00606-0060410-4
- Li, Y.C., A.B. Korol, T. Fahima, A. Beiles, and E. Nevo. 2002. Microsatellites: genomic distribution, putative functions and mutational mechanisms: a review. *Molecular Ecology*, 11: 2453-2465.
- Liengsiri, C., Piewluang, C. and Boyle, T.J.B. 1990. Starch gel electrophoresis of tropical trees. A manual, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Center and Patawa National Forestry Institute. Muak Lek, Saraburi, Thailand.

- Lynch, M. and B.G. Milligan. 1994. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. *Molecular Ecology*, 3: 91–99.
- Matsumoto, A. and Y. Tsumura. 2004. Evaluation of cleaved amplified polymorphic sequence markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 110: 80–91.
- Medri, C., E.A. Ruas, C.F. Ruas, P.S. Medri, M.E. Medri, and P.M. Ruas. 2011. Population genetic structure of the tropical tree species *Aegiphila sellowiana* (Lamiaceae). *Genetic Molecular Research*, 10(4): 3186–3198.
- Michaels, S.D., and R.M.A. Amasino. 1998. A robust method for detecting single nucleotide changes as polymorphic markers by PCR. *Plant Journal*, 14: 381– 385
- Miller, J.C. and S.D. Tanksley. 1990. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. *Theoretical and Applied Genetics*, 80: 437– 448
- Mondini, L., A. Noorani, and M.A. Pagnotta. 2009. Assessing Plant Genetic Diversity by Molecular Tools. *Diversity*, 1: 19–35; doi:10.3390/d1010019
- Moxon, E.R. and C. Wills. 1999. DNA Microsatellites: agents of evolution? *Scientific American*, 280(1): 94–99
- Mullis, K.B. and F. Faloona. 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via polymerase chain reaction. *Methods Enzymology*, 155: 350–355
- Navascues, M., B.C. Emerson 2005. Chloroplast microsatellites: measures of genetic diversity and the effect of homoplasy. *Molecular Ecology*, 14: 1333 – 1341.
- Neff, M.M., J.D. Neff, J. Chory, and A.E. Pepper. 1998. dCAPS, a simple technique for the genetic analysis of single nucleotide polymorphisms: experimental applications in *Arabidopsis thaliana* genetics. *Plant Journal*, 14: 387– 392
- Nei M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583–590.

- Nei M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America* 70: 3321-3323
- Newton, C.R. and A. Graham. 1994. *PCR: Basic Principles and Methods*. EngBios Scientific Publisher, Oxford.
- Oliveira, E.D., J.P. Padua, M.I. Zucchi, R. Vencovsky, and M.L.C. Vieira. 2006. Origin, evolution and genome distribution of microsatellites. *Genetic and Molecular Biology*, 29(2): 294-307.
- Paran, I. and R.W. Michelmore. 1993. Development of reliable PCR-based markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce. *Theoretical and Applied Genetics*, 85: 985-999
- Palai, S.K. and G.R. Rout. 2007. Identification and genetic variation among eight varieties of ginger by using random amplified polymorphism DNA markers. *Plant Biotechnology*, 24: 417-420.
- Petit, R., S. Brewer, S. Bordács, K. Burg, R. Cheddadi, E. Coart, J. Cottrell, U. Csaikl, B. van Dam, D. Deans, S. Espinel, S. Fineschi, R. Finkeldey, I. Glaz, P.G. Goicoechea, J.S. Jensen, A.O. König, A.J. Lowe, S.F. Madsen, G. Mátyás, R.C. Munro, F. Popescu, D. Slade, H. Tabbener, S.G.M. de Vries, B. Ziegenhagen, J.L. de Beaulieu, and A. Kremer. 2002. Identification of refugia and post-glacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil pollen evidence. *Forest Ecology and Management*, 156: 49-74
- Petit, R., U. Csaikl, S. Bordács, K. Burg, E. Coart, J. Cottrell, B. van Dam, D. Deans, S. Dumolin-Lapègue, S. Fineschi, R. Finkeldey, A. Gillies, I. Glaz, P.G. Goicoechea, J.S. Jensen, A.O. König, A.J. Lowe, S.F. Madsen, G. Mátyás, R.C. Munro, M. Olalde, M.-H. Pemonge, F. Popescu, D. Slade, H. Tabbener, D. Turchini, S.G.M. de Vries, B. Ziegenhagen, and A. Kremer. 2002. Chloroplast DNA variation in European white oaks. Phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *Forest Ecology and Management*, 156: 5-26
- Plomion, C., P. Hurme, J.M. Frigerio, M. Ridolfi, D. Pot, C. Pionneau, C. Avila, F. Gallardo, H. David, G. Neutelings, M. Campbell,

- F.M. Canovas, O. Savolainen, C. Bodenes, and A. Kremer. 1999. Developing SSCP markers in two *Pinus* species. *Molecular Breeding*, 5: 21–31.
- Provan, J., W. Powell, and P.M. Hollingsworth. 2001. Chloroplast microsatellites : new tools for studies in plant ecology and evolution. *TREE*. 16 (3): 142 - 147.
- Powell, W., M. Morgante, R. McDevitt, G.G. Vendramin, and J.A. Rafalski. 1995. Polymorphic simple sequence repeat regions in chloroplast genomes: application to the population genetics of pines. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 92: 7759-7763.
- Powell, W., G.C. Machray, and J. Provan. 1996. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. *Trend in Plant Science Reviews*, 1(7): 215 – 222.
- Orita, M., H. Iwahana, H. Kanazawa, K. Hayashi, and T. Sekiya. 1989. Detection of polymorphisms of human DNA by gel electrophoresis as single-strand conformation polymorphism. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 86: 2766–2770
- Rosmaina, Azhari, R and Zulfahmi. 2015. Genetic Diversity of *Eurycoma longifolia* Jack Using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Marker in the Forest Reserve of Kenegerian Rumbio, Indonesia. *Malaysian Applied Biology*, 44(4): 85-92.
- Sass, C., D.P. Little, D.W. Stevenson, and C.D. Specht. 2007. DNA barcoding in the Cycadales: Testing the potential of proposed barcoding markers for species identification of cycads. *PLoS ONE* 2: e1154.doi:10.1371/journal.pone.0001154
- Schlötterer, C. 2000. Evolutionary dynamics of microsatellite DNA. *Chromosoma*, 109: 365-371.
- Schlötterer, C. 1998. Genome evolution: Are microsatellites really simple sequences?. *Current Biology*, 8(4):132-134.
- Schlötterer, C. and D. Tautz. 1992. Slippage synthesis of simple sequence DNA. *Nucleic Acids Research*, 20(2): 211-215.

- Shirasawa, K., L. Monna, S. Kishitani, and T. Nishio. 2004. Single nucleotide polymorphisms in randomly selected genes among japonica rice (*Oryza sativa* L.) varieties identified by PCR-RF-SSCP. *DNA Research*, 11: 275-283.
- Sondur, S.N., R.M. Manshardt, and J.I. Stiles. 1996. A genetic linkage map of papaya based on randomly amplified polymorphic DNA markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 93: 547-553
- Taberlet, P., E. Coissac, F. Pompanon, L. Gielly, C. Miquel, A. Valentini, T. Vermat, G. Corthier, C. Brochmann, and E. Willerslev. 2007. Power and limitations of the chloroplast trnL (UAA) intron for plant DNA barcoding. *Nucleic Acids Research*, e14.doi:10.1093/nar/gkl938
- Taberlet, P., E. Coissac, F. Pompanon, L. Gielly, C. Miquel, A. Valentini, T. Vermat, G. Corthier, C. Brochmann, and E. Willerslev. 2006. Power and limitations of the chloroplast trnL (UAA) intron for plant DNA barcoding. *Nucleic Acids Research*, e1-8 doi:10.1093/nar/gkl938.
- Te-chato, S., M. Lim., and M. Masahiro. 2005. Comparison of cultivar identification methods of longkong, langsai and duku: *Lansium* spp. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 27(30): 465-471.
- Theerakulpisut, P., N. Kanawapee, D. Maensiri, S. Bunnag, and P. Chantaranothai. 2008. Development of species-specific SCAR markers for identification of three medicinal species of *Phyllanthus*. *Journal of Systematics and Evolution*, 46 (4): 614-621
- Valentini, A., C. Miquel, P. Taberlet. 2010. DNA Barcoding for Honey. *Biodiversity. Diversity*, 2: 610-617; doi:10.3390/d2040610
- Vickery, M.L. and Vickery, B. 1981. *Secondary Plant Metabolism*. The Macmillan Press. Hongkong.
- Vijayan, K., C.V. Nair, and S.R. Urs. 2010. Assessment of genetic diversity in the tropical mulberry Silkworm (*Bombyx mori* L.) with mtDNA-SSCP and SSR markers. *Emirate Journal of Food Agriculture*, 22 (2): 71-83

- Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T. Vandelee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, and M. Zabeau. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*, 23: 4407-4414.
- Wang, J., W.H. Ha, F.N. Ngan, P.P.H. But, and P.C. Shaw. 2001. Application of sequence characterized amplified region (SCAR) analysis to authenticate *Panax* species and their adulterants. *Planta Medica*, 67: 781-783.
- Ward, S.M. & Jasieniuk, M. 2009. Review: sampling weedy and invasive plant populations for genetic diversity analysis. *Weed Science*, 57: 593-602.
- Warudee, D., P. Chavan, K. Joshi, and B. Patwardhan. 2006. Development and application of RAPD-SCAR marker for identification of *Phyllanthus emblica* Linn. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29: 2313-2316.
- Weising, K., H. Nybom, K. Wolff, and G. Kahl. 2005. DNA Fingerprinting in Plants: Principles, Methods, and Applications. Second Edition. Taylor & Francis Group. Boca Raton.
- Widyatmoko, A.Y.P.B.C., A. Watanabe, and S. Shiraishi. 2010. Study on genetic variation and relationships among four acacia species using rapd and SSCP marker. *Journal of Forestry Research*, 7(2) : 125-143
- William, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski, and S.V. Tingey. 1990. DNA Polymorphism Amplified by arbitrary Primers are useful as genetic marker. *Nucleic Acids Research*, 18: 6531-6535.
- Young, A.G., Boyle T. & Brown, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends Ecology and Evolution*, 11:413-419.

# **BAB 7**

## **PENGEMBANGAN SUMBER BENIH PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO**

### **7.1. Pendahuluan**

Sejak zaman dahulu masyarakat Indonesia telah memanfaatkan tanaman berkhasiat obat sebagai salah satu upaya untuk menanggulangi masalah kesehatan yang dihadapinya. Pengetahuan tentang pemanfaatan tanaman ini adalah warisan budaya bangsa berdasarkan pengetahuan, pengalaman dan keterampilan yang secara turun temurun telah diwariskan dari generasi ke generasi. Alam diciptakan untuk manusia dan ditumbuhi pula dengan berbagai tumbuhan berkhasiat obat, seperti alam Indonesia yang kaya dengan berbagai tumbuhan. Di Indonesia terdapat lebih kurang 25.118 jenis tanaman obat dan sekitar 3.000 jenis tumbuhan obat yang telah berhasil diidentifikasi (Zuhud & Hikmat, 1998; Septiatin, 2009) dan sekitar 300 jenis tumbuhan telah dimanfaatkan untuk pengobatan tradisional dan industri obat (Hariana, 2007a; 2007b).



Tumbuhan obat adalah tanaman yang bagian akar, batang, daun atau buahnya yang mengandung senyawa bioaktif yang berkhasiat mengobati berbagai jenis penyakit (Zulfahmi dan Solfan, 2010). Menurut SK Menkes No 149/SK/Menkes/IV/1978, tanaman obat Indonesia adalah:

1. Bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan obat tradisional atau jamu.
2. Bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan pemula bahan baku obat (prekursor).
3. Bagian tanaman yang di ekstrak tersebut digunakan sebagai obat.

Penggunaan tanaman obat untuk pengobatan berbagai penyakit di Indonesia semakin meningkat, karena sebagian masyarakat sudah mulai khawatir dengan penggunaan obat-obatan kimia sintetik, sementara itu usaha budidaya tanaman obat masih sangat terbatas. Kebanyakan bahan baku tanaman obat masih tergantung pada tanaman yang ada di hutan alam atau berasal dari pertanaman rakyat yang diusahakan secara tradisional. Ketersediaan bahan baku obat dengan cara pemungutan langsung dari hutan alam akan mengancam keberadaan populasinya. Kegiatan eksploitasi tanaman liar secara berlebihan melebihi kemampuan regenerasi dari tanaman dan tanpa disertai usaha budidaya, akan mengganggu kelestarian tanaman tersebut. Harian Republika (2015) melaporkan bahwa kebutuhan bahan baku 1.023 perusahaan obat tradisional, yang terdiri dari 118 industri obat tradisional (IOT, asset > Rp. 600 juta), dan 905 industri kecil obat tradisional (IKOT, asset kurang dari Rp. 600 juta), memperoleh 85 persen bahan baku dari hutan dan pekarangan tanpa upaya budidaya. Disisi lain, meningkatnya pertumbuhan penduduk juga ikut berkontribusi menurunkan populasi dan terjadinya erosi genetik tanaman obat akibat pembukaan lahan baru untuk pemukiman dan lahan pertanian, penggunaan herbisida, sehingga banyak diantara tumbuhan obat yang masuk kategori terancam.

Pasak bumi adalah salah satu jenis tumbuhan obat yang sedang dikembangkan untuk dapat mengobati berbagai penyakit. Di negara tetangga seperti Malaysia, penelitian pemanfaatan pasak bumi untuk obat-obatan sedang gencar dilakukan. Pasak bumi merupakan tanaman tahunan yang pertumbuhannya lambat. Jika tanaman ini terus dilakukan pemanenan di alam untuk bahan baku obat-obatan tentu akan menurunkan populasinya di alam, oleh

karena itu supaya tidak punah maka perlu dilakukan penanaman dalam jumlah yang besar baik dalam kawasan hutan maupun luar kawasan hutan. Untuk kesuksesan kegiatan penanaman tersebut dan untuk mendapatkan tanaman yang berkualitas di masa yang akan datang, maka penggunaan benih unggul mutlak diperlukan. Benih yang unggul secara genetik hanya dapat diperoleh dari pohon-pohon induk yang memiliki asal usul yang jelas dengan fenotipe diatas rata-rata. Benih-benih dengan kriteria seperti itu bisa diperoleh pada sumber benih bersertifikat. Sumber benih bersertifikat adalah sumber benih yang telah memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu dan sudah melalui proses sertifikasi.

Sampai saat ini sumber benih pasak bumi belum ada di Indonesia, hal ini karena belum banyak perhatian pada upaya budidaya dan penyediaan benih pasak bumi serta upaya perbaikan genetik tanaman pasak bumi, pada hal potensi tanaman itu cukup menjanjikan di masa depan. Pada bagian ini, penulis ingin membahas terkait langkah-langkah pembangunan sumber benih pasak bumi.

## **7.2. Pengertian Sumber Benih**

Sumber Benih adalah suatu tegakan hutan di dalam kawasan dan di luar kawasan hutan yang dikelola guna memproduksi benih berkualitas. Tegakan sumber benih ini dapat ditunjuk dan dibangun sesuai dengan kaidah-kaidah yang ditetapkan terkait dengan pengetahuan sumber benih. Sumber benih yang ditunjuk dapat diperoleh dari hutan alam atau hutan tanaman yang pada awalnya tidak ditujukan untuk sumber benih. Penunjukan sumber benih ini dilakukan karena belum tersedianya sumber benih unggul untuk jenis yang diinginkan dan kebutuhan benih yang mendesak. Sedangkan sumber benih yang dibangun maksudnya, tegakan sejak semula telah diputuskan bahwa tujuan utama pembangunannya adalah untuk sumber benih sesuai dengan tujuan pengusahaannya, misalnya untuk meningkatkan kualitas kayu, meningkatkan kualitas minyak, meningkatkan produkdi biji, dan lain-lain.

### 7.3. Klasifikasi Sumber Benih

Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan No: P.01/Menhut-II/2009 yang telah diubah menjadi P.72/Menhut-II/2009 tentang penyelenggaraan perbenihan tanaman hutan bahwa berdasarkan materi genetik yang digunakan untuk membangun sumber benih tanaman hutan, maka sumber benih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Tegakan Benih Teridentifikasi (TBT) adalah sumber benih dengan kualitas rata-rata yang digunakan untuk menghasilkan benih, yang ditunjuk dari hutan alam atau hutan tanaman dan lokasinya teridentifikasi dengan tepat.
2. Tegakan Benih Terseleksi (TBS) adalah sumber benih yang berasal dari tegakan benih teridentifikasi dengan kualitas tegakan di atas rata-rata (pohon berfenotipe bagus yang mempunyai sifat penting antara lain : batang lurus, tidak cacat dan percabangan ringan).
3. Areal Produksi Benih (APB) adalah sumber benih yang dibangun khusus atau berasal dari tegakan benih teridentifikasi dan/atau terseleksi yang kemudian ditingkatkan kualitasnya melalui penebangan pohon-pohon berfenotipe tidak bagus.
4. Tegakan Benih Provenan (TBP) adalah sumber benih yang dibangun dari benih yang provenannya telah teruji dan diketahui keunggulannya
5. Kebun Benih Semai (KBS), yaitu sumber benih yang dibangun dari bahan generatif yang berasal dari pohon plus pada tegakan yang diberi perlakuan penjarangan berdasarkan hasil uji keturunan untuk memproduksi materi generatif (biji).
6. Kebun Benih Klon (KBK), yaitu sumber benih yang dibangun dari bahan vegetatif yang berasal dari pohon plus pada tegakan yang diberi perlakuan penjarangan berdasarkan hasil uji keturunan untuk memproduksi materi generatif (biji).
7. Kebun Pangkas (KP), yaitu sumber benih yang dibangun dari bahan vegetatif yang berasal dari klon unggul berdasarkan hasil uji klon untuk memproduksi materi vegetatif.

## 7.4. Kriteria Sumber Benih

Untuk penunjukkan dan pembangunan sumber benih tanaman hutan, ada standar atau kriteria yang harus dipenuhi. Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan No: P.01/Menhut-II/2009 yang telah diubah menjadi P.72/Menhut-II/2009 tentang penyelenggaraan perbenihan tanaman hutan bahwa ada standar umum dan standar khusus untuk sumber benih.

### A. Standar umum sumber benih adalah :

#### 1. Aksesibilitas

Lokasi sumber benih harus mudah dijangkau dan didatangi, sehingga memudahkan untuk pemeliharaan sumber benih, pengunduhan buahnya serta mempercepat waktu pengangkutan. Lokasi sumber benih yang memiliki aksesibilitas yang baik akan meringankan biaya pemeliharaan, pengumpulan serta lebih menjamin mutu benih.

#### 2. Pembungaan/pembuahan

Tegakan harus pernah berbunga dan berbuah, kecuali untuk kebun pangkas.

#### 3. Keamanan

Tegakan harus aman dari ancaman kebakaran, penebangan liar, perladangan berpindah, penggembalaan dan penjarahan kawasan.

#### 4. Kesehatan tegakan

Tegakan harus tidak terserang hama dan penyakit.

#### 5. Batas areal

Batas areal harus jelas, sehingga pengumpul benih mengetahui tegakan yang termasuk sebagai sumber benih.

#### 6. Terkelola dengan baik

Sumber benih jelas status kepemilikannya serta memiliki indikator manajemen yang baik, seperti pemeliharaan, pengorganisasian, pemanfaatan benih dan lain-lain.

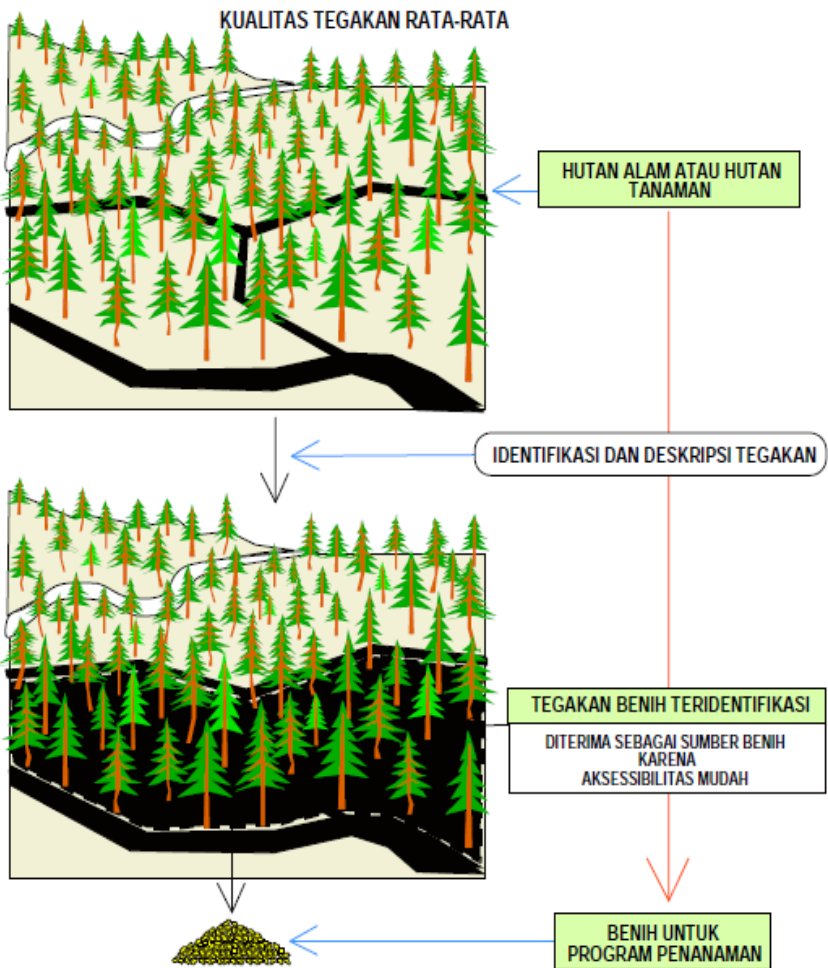
### B. Standar khusus sumber benih

#### 1. Tegakan Benih Teridentifikasi (TBT)

- Asal tegakan berasal dari hutan alam atau hutan tanaman. Apabila tegakan berasal dari hutan tanaman,

maka tegakan tersebut tidak direncanakan dari awal untuk dijadikan sebagai sumber benih.

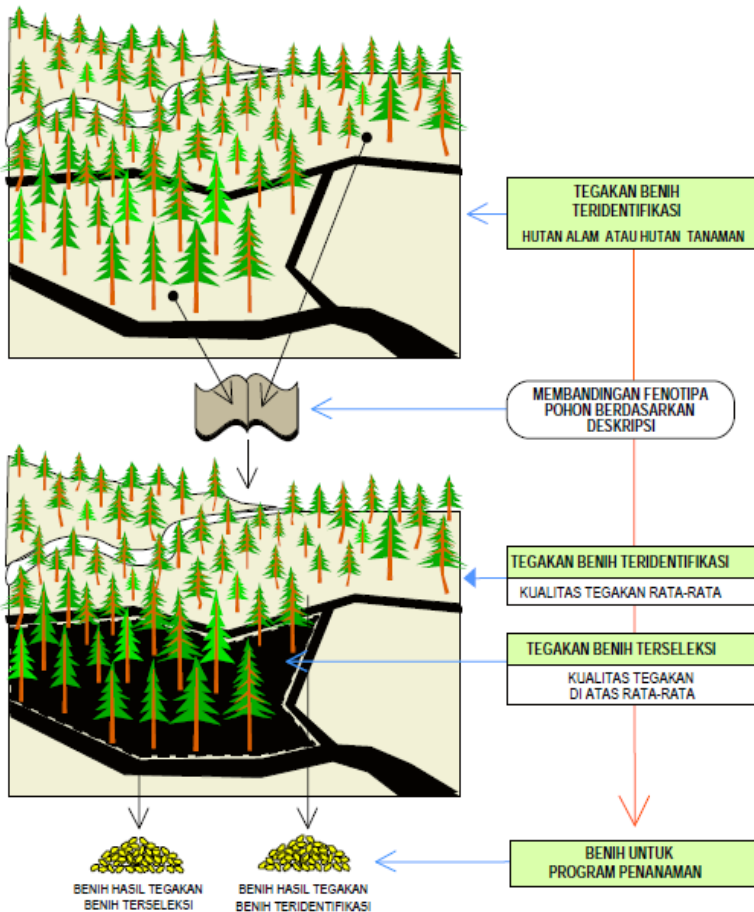
- Asal-usul benihnya tidak diketahui.
- Jumlah pohon minimal 25 pohon induk.
- Kualitas tegakan rata-rata.
- Jalur isolasi tidak diperlukan.
- Penjarangan tidak diperlukan
- Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Tegakan benih teridentifikasi

## 2. Tegakan Benih Terseleksi (TBS)

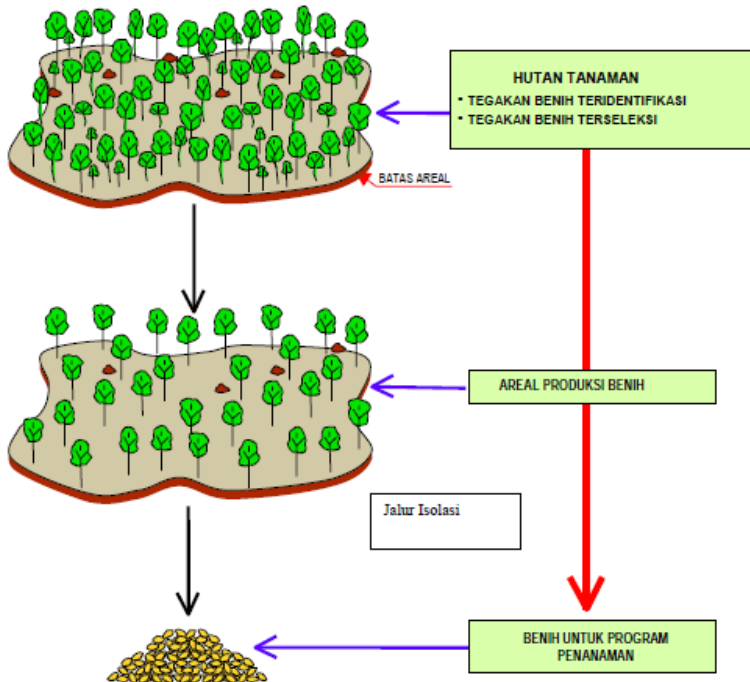
- Asal tegakan berasal dari hutan alam atau hutan tanaman.
- Apabila tegakan berasal dari hutan tanaman, maka tegakan tersebut tidak direncanakan dari awal untuk dijadikan sebagai sumber benih.
- Asal-usul benihnya tidak diketahui.
- Jumlah pohon minimal 25 pohon induk.
- Kualitas tegakan di atas rata-rata.
- Jalur isolasi tidak diperlukan.
- Penjarangan terbatas pada pohon-pohon yang jelek.
- Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 7.2.



Gambar 7.2. Tegakan benih terseleksi

### 3. Areal Produksi Benih (APB)

- Asal tegakan berasal dari hutan alam atau hutan tanaman. Apabila tegakan berasal dari hutan tanaman, maka dapat berasal dari konversi tegakan yang ada atau dibangun khusus untuk APB.
- Asal-usul benih untuk tegakan yang dikonversi sebagai APB sebaiknya diketahui. Apabila dibangun khusus untuk APB, asal-usul benih harus diketahui. Lot benih untuk membangun APB minimal berasal dari 25 pohon induk untuk menjaga keragaman genetik.
- Jumlah pohon minimal 20 batang dalam satu hamparan setelah penjarangan.
- Kualitas tegakan di atas kualitas TBS.
- Jalur isolasi diperlukan.
- Penjarangan dilakukan untuk mempertahankan pohon-pohon yang terbaik dan meningkatkan produksi benih.
- Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Areal produksi benih

#### 4. Tegakan Benih Provenan (TBP)

- Asal tegakan berasal dari hutan tanaman.
- Asal-usul benih dari satu provenan terbaik dari hasil uji provenan. Lot benih untuk membangun TBP minimal berasal dari 25 pohon induk untuk menjaga keragaman genetik.
- Jumlah pohon minimal 25 batang setelah penjarangan.
- Kualitas tegakan di atas kualitas APB.
- Jalur isolasi diperlukan.
- Penjarangan dilakukan untuk mempertahankan pohon-pohon yang terbaik dan meningkatkan produksi benih.
- Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 7.4

#### 5. Kebun Benih Semai (KBS)

- Benih berasal dari hutan tanaman atau hutan alam.
- Asal-usul famili dari pohon induk/pohon plus. Identitas famili dicantumkan di peta (rancangan kebun) atau tanda famili di lapangan.
- Jumlah pohon minimal 25 famili setelah penjarangan.
- Kualitas genotipe baik.
- Jalur isolasi diperlukan.
- Penjarangan dilakukan untuk mempertahankan famili-famili yang terbaik dan meningkatkan produksi benih. Penjarangan dilakukan berdasarkan metode seleksi sesuai dengan hasil uji keturunan.
- Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 7.5.

#### 6. Kebun Benih Klon (KBK)

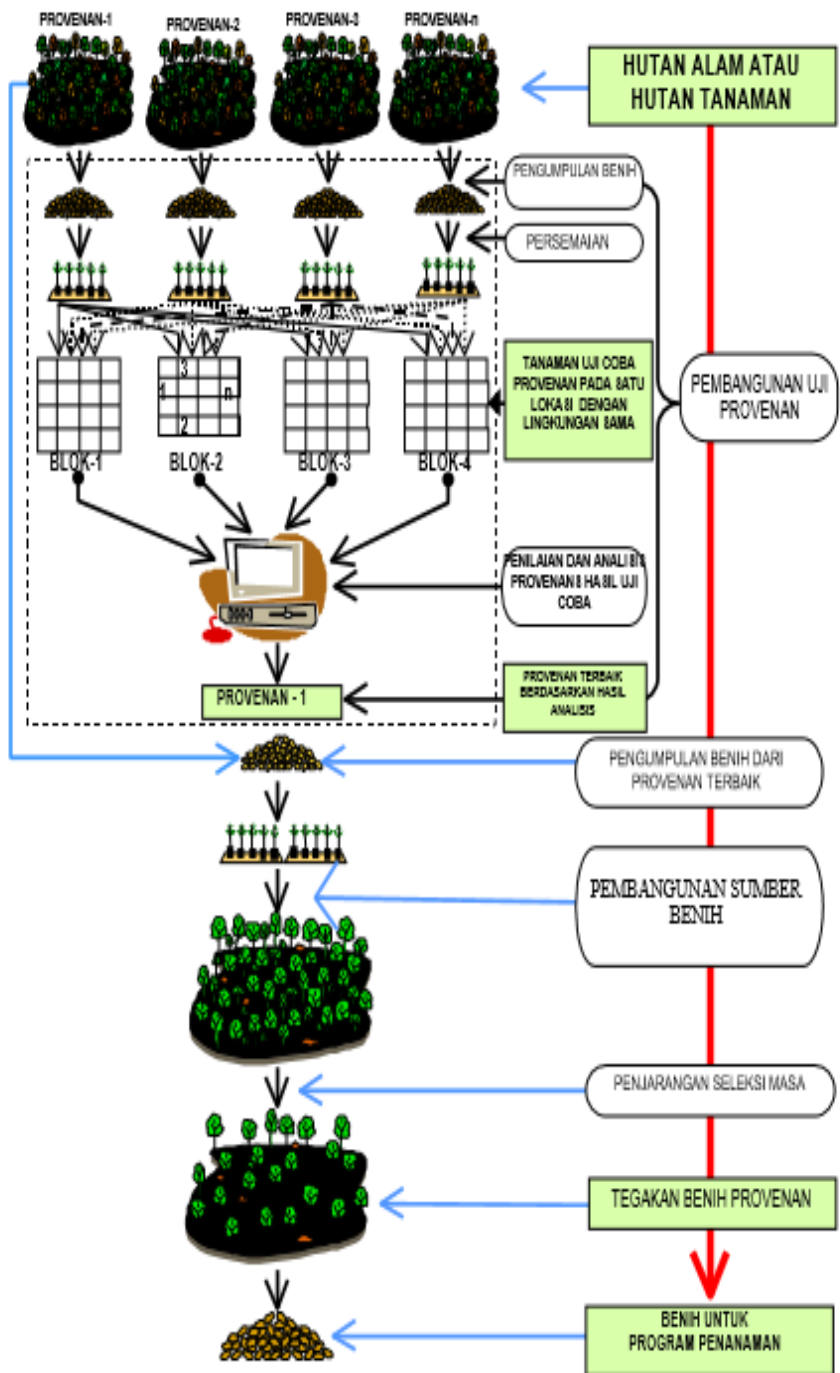
- Klon berasal dari pohon plus hasil uji keturunan.
- Asal-usul klon dari pohon plus. Benih dipisah menurut klon (pohon induk). Identitas klon di kebun benih dicantumkan pada peta (rancangan kebun) dan/atau tanda di pohon.
- Jumlah pohon minimal 25 klon setelah penjarangan.
- Kualitas genotipe baik.
- Jalur isolasi diperlukan.



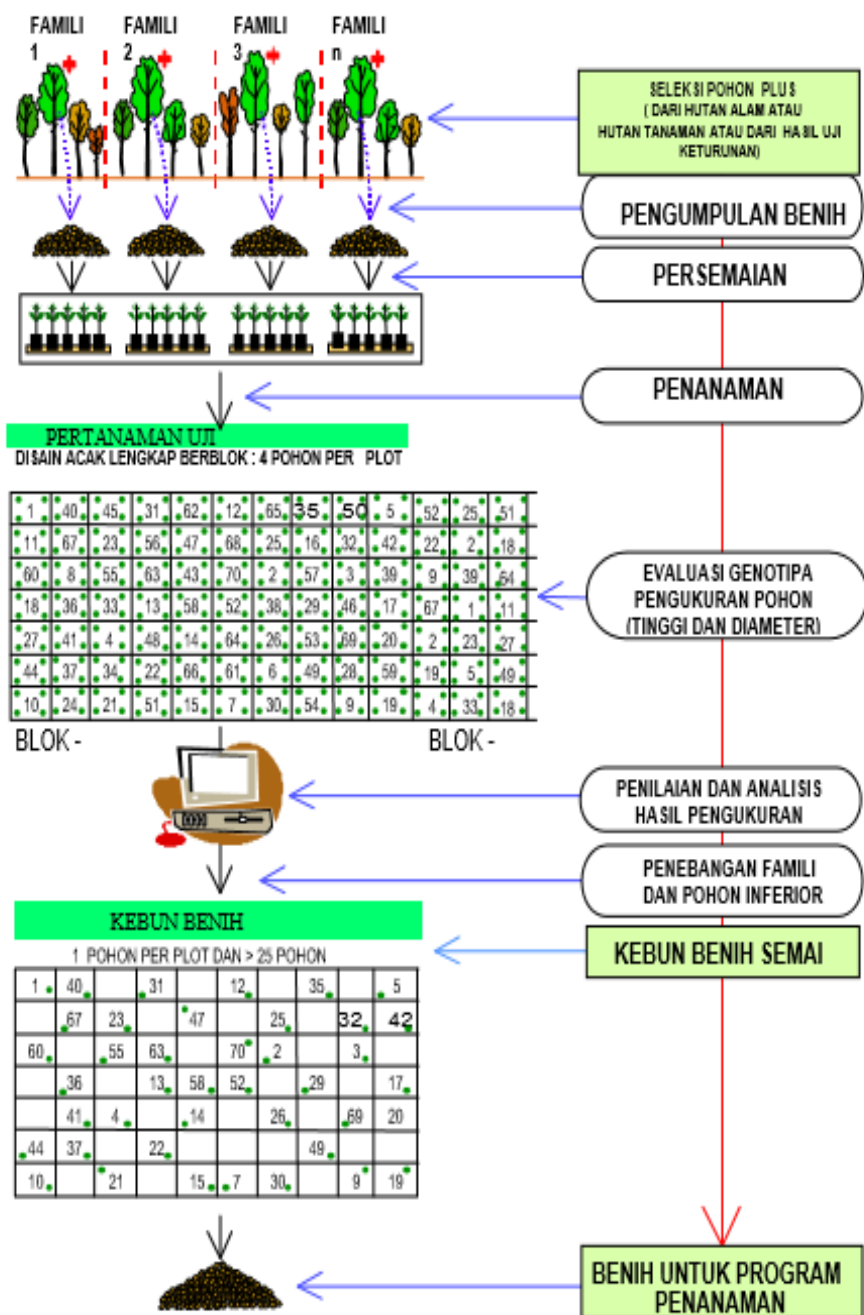
- Penjarangan dilakukan untuk mempertahankan klon-klon yang terbaik dan meningkatkan produksi benih. Penjarangan ini didasarkan hasil uji keturunan berdasarkan penampakan klon di kebun benih. Penjarangan terdiri dari penjarangan klon (menebang klon terjelek) dan penjarangan dalam klon (menebang fenotipe jelek dalam klon dan meninggalkan satu pohon).
- Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 7.6.

#### 7. Kebun Pangkas (KP)

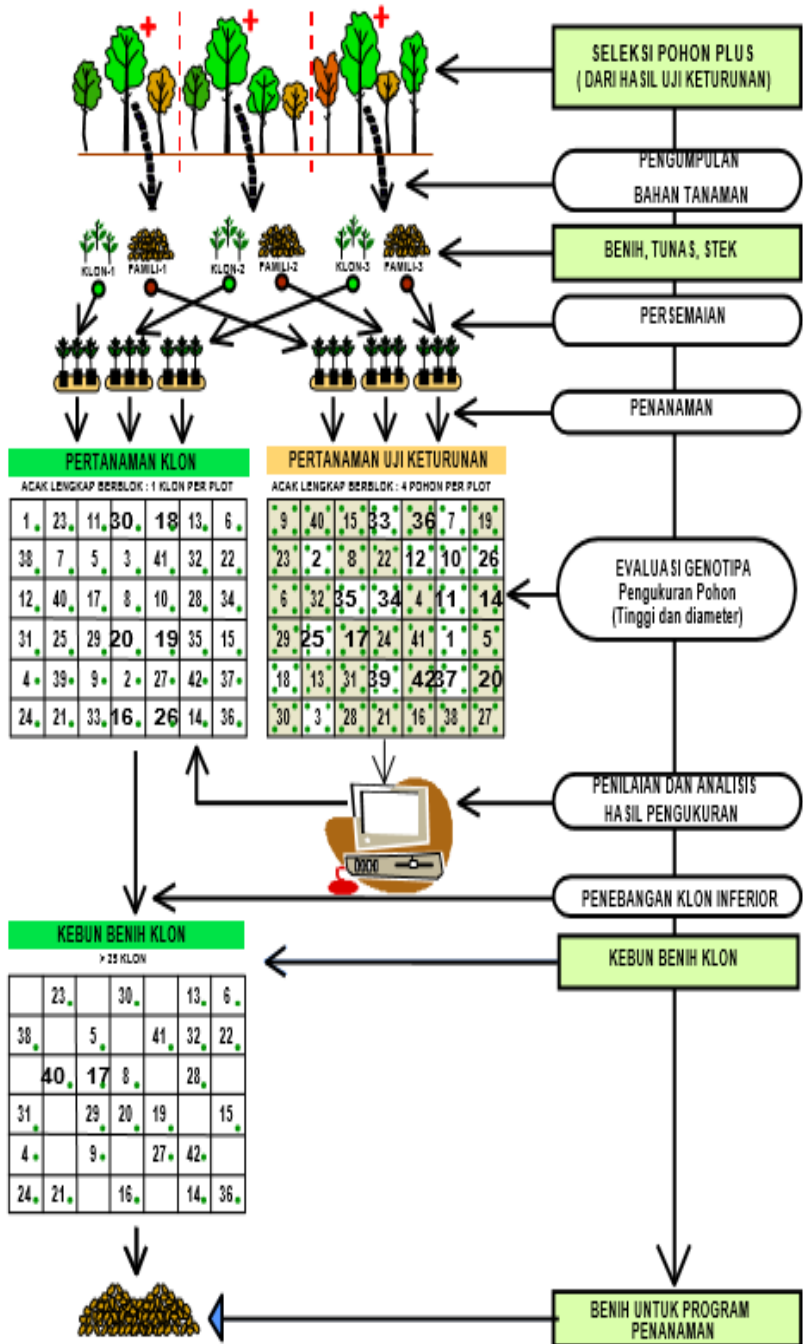
- Asal-usul bahan vegetatif berasal dari klon unggul hasil uji klon. Penanamannya terpisah (keturunan dari satu pohon induk di setiap bedeng) atau campuran (keturunan beberapa pohon induk dalam satu bedeng).
- Kualitas genotipe baik.
- Tidak perlu jalur isolasi.
- KP dikelola dengan pemangkasan, pemupukan dan perlakuan lain untuk meningkatkan produksi bahan stek. Kebun pangkas untuk periode tertentu diganti dengan bahan tanaman yang baru jika dianggap steknya sulit berakar karena terlalu tua.
- Lihat ilustrasi pada gambar 7.7



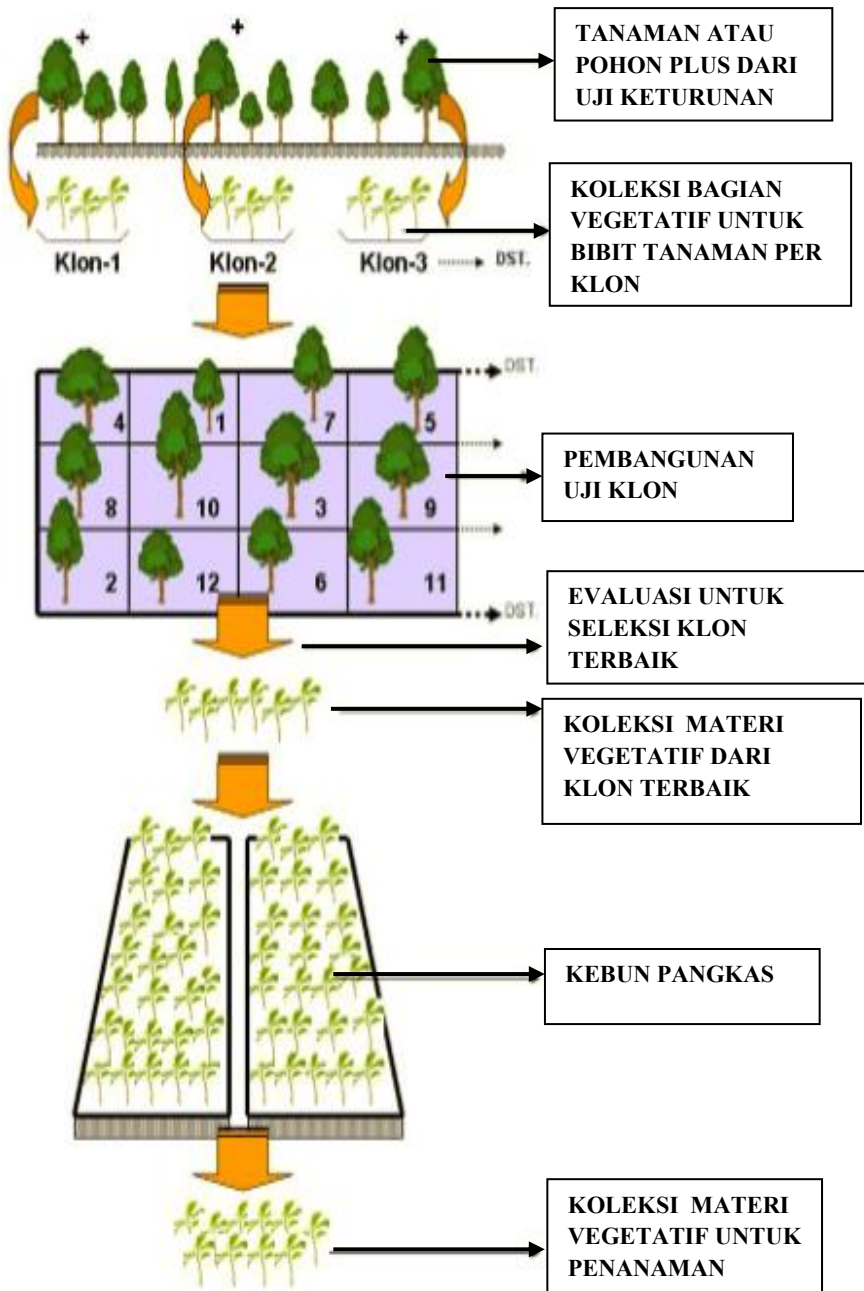
Gambar 7.4. Tegakan benih provenan



Gambar 7.5. Kebun benih semai



Gambar 7.6. Kebun benih klon



Gambar 7.7. Kebun pangkas

## **7.5. Langkah-Langkah Penetapan Hutan Larangan Adat sebagai Sumber Benih Pasak Bumi.**

Berdasarkan peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.72/Menhut-II/2009 tentang penyelenggaraan perbenihan tanaman hutan, hutan larangan adat Rumbio memenuhi persyaratan umum untuk sumber benih, sedangkan persyaratan khususnya kemungkinan memenuhi dua klasifikasi sumber benih, yaitu tegakan benih teridentifikasi dan tegakan benih terseleksi. Oleh karena itu, karena ada peluang untuk menjadikan hutan larangan adat ini sebagai sumber benih pasak bumi, maka ada beberapa langkah yang perlu dilakukan, yaitu:

- 1) Melakukan identifikasi calon pohon benih
- 2) Melakukan pendaftaran sumber benih ke Dinas Kehutanan Kabupaten atau Balai Perbenihan Tanaman Hutan (mengikuti Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi lahan dan Perhutanan Sosial Nomor P.03/V-PTH/2007)

### **1. Pemilihan calon pohon benih**

Menurut Mulawarman et al. (2002) langkah-langkah pemilihan pohon benih suatu tanaman dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Pilih pohon benih pada tegakan terbaik dan lingkungan yang seragam. Penampilan pohon (fenotipe) ditentukan oleh sifat genetik (genotipe) dan faktor lingkungan, atau dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$F = G + L$$

$$F = \text{fenotip}$$

$$G = \text{genotip}$$

$$L = \text{lingkungan}$$

Pohon dapat tumbuh dengan baik jika mempunyai sifat genetik yang baik, tumbuh pada lingkungan yang baik, atau sifat genetik dan lingkungan sama-sama baik. Akan tetapi, yang diwariskan dari induk ke keturunannya hanyalah sifat genetik, sedangkan faktor lingkungan tidak diturunkan. Pohon benih yang digunakan untuk pengumpulan benih harus memiliki sifat genetik yang baik. Jangan memilih pohon benih yang baik hanya karena memiliki faktor lingkungan yang baik, bukan karena sifat genetiknya baik.

Pemilihan pohon benih sebaiknya dilakukan pada lingkungan yang seragam.

- b. Pilihlah pohon terbaik dari tegakan tersebut dengan membandingkan dengan pohon disekelilingnya. Kriteria pohon benih disesuaikan dengan tujuan penanaman. Untuk pohon penghasil kayu, harus memiliki : *i)* pertumbuhan tinggi dan diameter di atas rata-rata, *ii)* batang lurus, *iii)* batang bebas cabang yang tinggi, *iv)* tajuk normal sesuai dengan karakter jenis, *v)* bebas hama dan penyakit, *vi)* sudah berbunga, *vii)* mutu kayu baik dan *viii)* cukup tua.
- c. Jangan memilih pohon yang terasing (tidak ada pohon sejenis yang dekat dengannya). Pohon dikatakan terasing bila tidak ada pohon yang sejenis pada radius 100 m. Bila pohon terasing dipilih, maka benih yang dikumpulkan merupakan hasil peyerbukan sendiri. Benih seperti ini tidak baik karena keturunan yang dihasilkan akan mengalami kemerosotan pertumbuhan.
- d. Untuk menjaga keragaman genetik benih yang dihasilkan, pohon benih sebaiknya cukup banyak (sebaiknya lebih dari 30 pohon). Jumlah pohon benih yang banyak sangat penting untuk mempertahankan keragaman genetik benih yang dikumpulkan. Pohon umumnya bersifat menyerbuk luar. Keragaman genetik yang tinggi akan menghindari kemerosotan pertumbuhan akibat penyerbukan sendiri pada generasi selanjutnya dan akan menjamin daya adaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan dimana biji akan ditanam.
- e. Jarak antara pohon yang dipilih sebagai sumber benih melebihi jarak penyebaran benih. Pohon yang berada dalam jangkauan penyebaran benih, kemungkinan besar merupakan pohon yang berkerabat (berasal dari induk yang sama). Perkawinan antar pohon yang berkerabat menimbulkan pengaruh yang negatif. Jarak antar pohon yang cukup jauh (lebih dari 50 m) akan menjamin bahwa pohon benih tidak berkerabat.





Gambar 7.8. Kandidat Pohon Induk Pasak Bumi  
di Hutan Larangan Adat Rumbio



## 2. Prosedur Sertifikasi Sumber Benih

- a. Pemilik sumber benih atau pengada benih mengajukan permohonan sertifikasi sumber benih kepada Dinas Propinsi/Kabupaten/Kota di wilayahnya dengan dilampiri dokumen pendukung.
- b. Khusus untuk Kabupaten/Kota yang tidak mempunyai instansi yang disertai tugas dan bertanggung jawab di bidang kehutanan, maka permohonan diajukan kepada instansi yang ditunjuk oleh Bupati/Walikota.
- c. Atas dasar permohonan tersebut:
  - i. Kepala Dinas atau Kepala Balai membentuk Tim Penilai untuk sumber benih dengan klasifikasi TBT, TBS, dan APB dengan melibatkan tenaga terampil atau ahli dari unsur terkait antara lain Balai, UPT Badan.
  - ii. Dalam hal sertifikasi sumber benih untuk klasifikasi TBP, KBS, KBK dan KP, Kepala Dinas meminta rekomendasi teknis dari Balai atau menyampaikan permohonan tersebut kepada Balai. Selanjutnya Balai membentuk Tim Penilai dengan melibatkan tenaga terampil atau ahli dari unsur terkait antara lain Balai, UPT Badan.
- d. Tim melakukan pengumpulan informasi dengan orientasi lapangan (quick tour) untuk menentukan kelayakan sebagai sumber benih.
- e. Informasi yang dikumpulkan untuk menentukan kelayakan sumber benih sebagaimana dimaksud pada poin d digunakan sebagai bahan untuk memenuhi kriteria umum sumber benih.
- f. Hasil identifikasi yang memenuhi kriteria umum sumber benih dapat diterima sebagai calon sumber benih, kemudian dilanjutkan dengan deskripsi keadaan tegakan sedangkan untuk sumber benih yang ditolak, Tim tidak melakukan deskripsi. Identifikasi dan deskripsi dilaksanakan dengan mengisi daftar isian sebagaimana disajikan pada Blanko 1 dan penentuan klasifikasi sumber benih menggunakan

- g. Tim sertifikasi sumber benih klasifikasi TBT, TBS dan APB memberikan laporan hasil pemeriksaan kepada Kepala Dinas atau Kepala Balai. Sedangkan Tim sertifikasi sumber benih klasifikasi TBP, KBS, KBK dan KP memberikan laporan hasil pemeriksaan kepada Kepala Balai.
- h. Kepala Dinas Propinsi/Kabupaten/Kota atau Balai menerbitkan sertifikat sumber benih atas dasar laporan Tim atau rekomendasi Balai dan disampaikan kepada pemilik sumber benih dengan tembusan kepada Balai.

## 7.6. Daftar Pustaka

- Hariana, A. 2007a. Tumbuhan Obat dan Khasiatnya. Seri 1. Penerbar Swadaya.Jakarta
- Hariana, A. 2007b. Tumbuhan Obat dan Khasiatnya. Seri 2. Penerbar Swadaya.Jakarta
- Muharso, 2000. *Kebijakan Pemanfaatan Tumbuhan Obat Indonesia*. Makalah Seminar Tumbuhan Obat di Indonesia, Kerjasama Indonesia Research Centre For Indegeneous Knowledge (INRIK), Universitas Pajajaran dan Yayasan Ciung Wanara dengan Yayasan KEHATI 26-27 April 2000.
- Mulawarman, JM Roshetko, SM Sasongko dan D Irianto. 2002. Pengelolaan Benih Pohon, sumber benih, pengumpulan dan penanganan benih: pedoman lapang untuk petugas lapang dan petani. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF) dan Winrock International. Bogor, Indonesia. 46 p.
- Peraturan Menteri Kehutanan No: P.01/Menhut-II/2009 tentang penyelenggaraan perbenihan tanaman hutan
- Peraturan Menteri Kehutanan No: P.72/Menhut-II/2009 tentang perubahan atas penyelenggaraan perbenihan tanaman hutan.
- Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi lahan dan Perhutanan Sosial Nomor P.03/V-PTH/2007 tentang pedoman sertifikasi sumber benih tanaman hutan

Septiatin, A. 2009. Apotek Hidup dari Tanaman Buah. CV. Yrama Widya. Bandung.

Zuhud, E. A. M. dan A. Hikmat. 1998. Eksplorasi dan kemungkinan pengembangan tumbuhan hutan sebagai bahan obat. Makalah utama dalam Diskusi Hasil Hutan non Kayu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.

Zulfahmi dan Solfan, B. 2010. Eksplorasi tanaman obat potensial di Kabupaten Kampar. Jurnal Agroteknologi, 1 (1): 31-38

[www.republika.co.id/berita/nasional/umum/15/04/24/nnb1lo-pakar-trend-pengobatan-dunia-kembali-emback-to-natureem](http://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/15/04/24/nnb1lo-pakar-trend-pengobatan-dunia-kembali-emback-to-natureem)

# **BAB 8**

## **PERBANYAKAN PASAK BUMI**

### **8.1. Pendahuluan**

Seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, bahwa tanaman pasak bumi memiliki manfaat yang luar biasa, karena banyaknya kandungan senyawa bioaktif yang berkhasiat sebagai obat-obatan berbagai penyakit. Terkait dengan itu, tentunya penyediaan tanaman pasak bumi menjadi keharusan karena tingginya permintaan terhadap senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman pasak tersebut. Pemenuhan kebutuhan metabolit sekunder tersebut tentunya sangat tidak mungkin apabila kita hanya mengandalkan tanaman pasak bumi dari alam, ditambah lagi pertumbuhan pasak bumi ini sangat lambat sehingga ketersediaannya di alam menjadi terbatas. Oleh karena itu, upaya perbanyak pasak bumi harus menjadi perhatian semua pihak, apalagi manfaat dari senyawa-senyawa bioaktifnya sebagai obat-obatan sudah terbukti melalui penelitian yang komprehensif sehingga pemanenan tanaman pasak bumi di alam tidak terjadi dan tetap terjaga untuk generasi yang akan datang.

Perbanyakan tanaman dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara seksual menggunakan benih atau secara aseksual menggunakan organ-organ vegetative. Kedua sistem perbanyakan ini berbeda dalam kemampuan adaptasi mereka terhadap variasi kondisi lingkungan. Benih yang berukuran relative kecil dibandingkan dengan induknya dapat dihasilkan dalam jumlah besar. Ukurannya yang kecil memberikan kesempatan untuk penyebaran mereka kepada tempat lain. Selain itu, benih biasanya dapat tahan menghadapi kondisi-kondisi yang berbahaya (seperti kekeringan) yang tidak akan dapat ditolerir oleh keturunannya yang dihasilkan secara vegetatif. Jadi, benih memiliki keunggulan karena tiga peran yang dimilikinya, yaitu sebagai alat perbanyakan, penyebaran dan penghindaran stres (Mugnisjah dan Setiawan, 1995).

Suatu hal yang penting bagi ketahanan hidup species tertentu dalam jangka panjang adalah kenyataan bahwa setiap benih adalah unik secara genetik. Ini merupakan konsekuensi dari adanya penggabungan bahan genetik tetuanya, “pindah silang “ yang terjadi pada saat pembentukan ovule maupun tepung sari dan kombinasi secara acak gamet-gamet pada saat pembuahan. Keragaman yang diturunkan pada keturunan yang dihasilkan secara seksual memberikan populasi yang fleksibilitas secara genetik dan dapat menjamin paling tidak adanya beberapa individu yang dapat bertahan hidup dalam menghadapi keganasan seleksi alam.

Perbanyakan vegetatif menghasilkan keturunan yang selalu identik secara genetik dengan tumbuhan induknya (kemungkinan terjadinya mutasi somatik diabaikan). Meskipun hanya sedikit keturunan yang dapat dihasilkan pada suatu waktu karena besarnya investasi per keturunan, persentase daya hidup hasil perbanyakan vegetative jauh lebih tinggi daripada yang terjadi pada perbanyakan generatif. Keuntungan lain dari perbanyakan vegetative adalah laju pertumbuhan populasi yang relative sedikit dari tahun ke tahun atau dari tempat ke tempat, karena biji dapat menyebar dengan cepat ke berbagai tempat, dan dihasilkan dalam jumlah yang cukup banyak pada sekali periode waktu. Pada bagian ini akan dibahas perbanyakan pasak bumi secara generatif melalui biji dan perbanyakan secara vegetatif melalui stek dan kultur jaringan. Pemahaman terhadap perbanyakan pasak bumi ini diharapkan akan bisa membantu dalam upaya penyediaan tanaman pasak bumi yang bermutu.

## **8.2. Perbanyak Pasak bumi Dengan Biji**

### **8.2.1. Mengenal Benih Pasak Bumi**

Menurut Sadjad (1993) Benih adalah biji tumbuhan yang digunakan manusia untuk tujuan penanaman. Berdasarkan daya simpannya, benih dapat dibedakan menjadi benih ortodok dan benih rekalsitran. Menurut Hong dan Ellis (1996) benih ortodok adalah benih yang dapat dikeringkan sampai kadar air rendah (2,5%) dan disimpan pada suhu dan kelembaban penyimpanan yang rendah tanpa menurunkan viabilitas (kemampuan berkecambah) benih secara nyata. Secara umum benih ortodok memiliki ciri-ciri, yaitu kulit biji keras, ukuran biji biasanya kecil sampai sedang, kadar air biji segar sebelum masak fisiologis adalah 15-30%, kadar air saat masak fisiologis menurun sampai 6-10%. Benih ortodok biasanya memiliki sifat dormansi, yakni keadaan dimana benih tidak dapat berkecambah walau sudah berada dalam kondisi lingkungan (kelembaban, suhu dan cahaya) yang optimal. Kondisi ini memungkinkan benih dapat disimpan dalam waktu yang lama (beberapa tahun).

Ellis dan Robert *dalam* Lin (1996) mendefinisikan benih rekalsitran sebagai benih yang tidak dapat diturunkan kadar airnya tanpa mengalami kerusakan. Kadar air benih rekalsitran harus tetap tinggi sampai batas tertentu agar viabilitas benih dapat dipertahankan. Lama hidup benih umumnya singkat, kadang-kadang hanya beberapa bulan. Menurut Chin *et al.* (1989) bahwa ciri-ciri benih rekalsitran adalah: i) kebanyakan benihnya berukuran besar dan berat, ii) peka terhadap penurunan kadar air (desikasi), iii) daya simpannya rendah, dan iv) kadar airnya tinggi (30-70 %).

Umumnya, benih rekalsitran pada saat matang berada dalam buahnya yang ditutup dengan daging buah atau lapisan yang mengandung banyak air dan testa yang impermeabel (Chin *et al.*, 1989). Pada keadaan masak fisiologi umumnya benihnya berkadar air tinggi (50-70%) dibandingkan dengan benih orthodoks (30-50%). Umumnya ukuran benih rekalsitran lebih besar daripada orthodoks tetapi ukuran poros embrionya lebih kecil dari ukuran poros embrio benih orthodoks. Umumnya benih rekalsitran tidak mempunyai masa dormansi, dan proses metabolisme perkecambahannya berjalan terus (Berjak *et al. dalam* Copeland dan McDonald, 1995).

Bonner (1996) mengemukakan bahwa benih rekalsitran selain tidak toleran terhadap suhu dan kelembaban rendah juga peka terhadap penurunan kadar air. Kecepatan penurunan kadar air dapat mempengaruhi perubahan fisiologi dan biokimiawi benih rekalsitran. Farrant *et al* (1988) menggolongkan benih rekalsitran dalam tiga golongan yaitu *highly*, *moderately* dan *minimally* berdasarkan tingkat kepekaan benih terhadap penurunan kadar air, kepekaan terhadap suhu rendah, dan jangkauan umur simpan pada kondisi terhidrasi atau terimbibisi. Apabila benih memiliki sifat sangat peka terhadap penurunan kadar air, benih tersebut digolongkan sebagai *highly* rekalsitran. Benih yang peka terhadap penurunan kadar air dan suhu rendah digolongkan dalam *moderately* rekalsitran,

Hussein *et al.* (2005) menyatakan bahwa benih pasak bumi tergolong kepada benih rekalsitran. Morfologi benih pasak bumi dapat dilihat pada Gambar 8.1. Buah pasak bumi berwarna kuning sampai hijau terang ketika masih muda, dan menjadi merah sampai merah kehitaman ketika buahnya masak. Tingkat kematangan buah pasak bumi dalam satu tangkai bervariasi (Gambar 8.1). Bervariasinya tingkat kematangan buah ini tentu akan berpengaruh pada periode masak buah pasak bumi, sehingga juga menyebabkan waktu perkecambahan biji pasak bumi di lantai hutan juga berbeda-beda dan secara tidak langsung juga meminimalkan kompetisi dalam perebutan substrat dengan benih tumbuhan lain untuk perkecambahan di lantai hutan.

Biji pasak bumi memiliki panjang sekitar 10.68 -17.49 mm dengan rata-rata adalah 12.88 mm, diameter benih berkisar dari 6.63 – 11.26 mm dengan rata-rata adalah 8.34 mm dan berat biji berkisar dari 0.27 – 1 g dengan rata-rata adalah 0.56 g. Biji dengan beratnya rendah yaitu kurang dari 0.4 g dan ketika endocarpnya dibuka ternyata biji hampa, tidak memiliki endosperm dan atau embrionya telah gugur. Benih pasak bumi terdiri dari kulit epicarp yang tipis epicarp, daging buah (mesocarp) dan endocarp yang keras (Gambar 8.2). Benih terdiri dari dua kotiledon yang memanjang dan *chlorophyllous capitate embryo*. Dengan membuang endocarpnya, benih dapat terlihat tetapi masih diselimuti oleh lapisan tipis, dan bisa dibuang dengan mudah.



Gambar 8.1 Morfologi buah pasak bumi dan tingkat kematangan benihnya (sumber: Dokumentasi Pribadi).





Gambar 8.2. Contoh benih pasak bumi. [a] buah utuh; [b] biji yang telah dibuang daging buah; [c] biji yang telah dipecah endocarpanya; [d] endocarp biji pasak bumi (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### 8.2.2. Perkecambahan benih pasak bumi

Perkecambahan (*germination*) merupakan tahap awal perkembangan suatu tumbuhan dan merupakan satu tahap kritis dalam kehidupan tumbuhan, khususnya tumbuhan berbiji. Dalam tahap ini, embrio di dalam biji yang semula berada pada kondisi dorman mengalami sejumlah perubahan fisiologis yang menyebabkan embrio berkembang menjadi tumbuhan muda. Tumbuhan muda ini dikenal sebagai kecambah. Kecambah adalah tumbuhan muda yang baru saja berkembang dari tahap embrionik di dalam biji. Tahap perkembangan ini disebut perkecambahan.

Kecambah biasanya dibagi menjadi tiga bagian utama: radikula (akar embrio), hipokotil, dan kotiledon (daun lembaga). Proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi, dan biokimia. Perkecambahan merupakan aktifnya pertumbuhan embrio yang mengakibatkan kemunculannya dari dalam benih serta berkembangnya struktur-struktur penting yang menunjang perkembangan tumbuhan secara normal. Dalam tahap ini, embrio di dalam biji yang semula berada pada kondisi dorman mengalami sejumlah perubahan fisiologis sehingga berkembang menjadi tumbuhan muda (kecambah).

Perkecambahan dapat diartikan pula sebagai proses dimulainya kembali metabolisme dan pertumbuhan yang tadinya tertunda. Ditandai dengan munculnya radikula menembus kulit benih. Proses

perkecambahan merupakan rangkaian yang kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Adapun tahapan perkecambahan meliputi :

1. Penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi oleh protoplasma.
2. Kegiatan sel-sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih.
3. Penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh.
4. Asimilasi dari bahan-bahan yang telah terurai di daerah meristematik untuk menghasilkan energi dari kegiatan pembentukan komponen dalam pertumbuhan sel-sel baru.
5. Pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh, pertumbuhan kecambah ini tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji.

Menurut Sutopo (2004) ada beberapa faktor yang mempengaruhi perkecambahan benih tanaman, yaitu:

a. Tingkat kemasakan benih

Benih yang dipanen sebelum tingkat kemasakan fisiologisnya tercapai tidak mempunyai viabilitas yang tinggi karena belum memiliki cadangan makanan yang cukup serta pembentukan embrio belum sempurna. Pada umumnya sewaktu kadar air biji menurun dengan cepat sekitar 20 persen, maka benih tersebut juga telah mencapai masak fisiologis atau masak fungsional dan pada saat itu benih mencapai berat kering maksimum, daya tumbuh maksimum (*vigor*) dan daya kecambah maksimum (*viabilitas*) atau dengan kata lain benih mempunyai mutu tertinggi.

b. Ukuran benih

Benih yang berukuran besar dan berat mengandung cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kecil pada jenis yang sama. Cadangan makanan yang terkandung dalam jaringan penyimpan digunakan sebagai sumber energi bagi embrio pada saat perkecambahan. Berat

benih berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan dan produksi karena berat benih menentukan besarnya kecambah pada saat permulaan dan berat tanaman pada saat dipanen.

c. Dormansi

Benih dikatakan dormansi apabila benih tersebut sebenarnya hidup tetapi tidak berkecambah walaupun diletakkan pada keadaan yang secara umum dianggap telah memenuhi persyaratan bagi suatu perkecambahan atau juga dapat dikatakan dormansi benih menunjukkan suatu keadaan dimana benih-benih sehat (viabel) namun gagal berkecambah ketika berada dalam kondisi yang secara normal baik untuk berkecambah, seperti kelembaban yang cukup, suhu dan cahaya yang sesuai (Lambers 1992, Schmidt 2002).

Ada beberapa tipe dari dormansi dan kadang-kadang lebih dari satu tipe terjadi didalam benih yang sama. Di alam, dormansi dipatahkan secara perlahan-lahan atau disuatu kejadian lingkungan yang khas. Tipe dari kejadian lingkungan yang dapat mematahkan dormansi tergantung pada tipe dormansi. Ada beberapa tipe dormansi, yaitu :

1) Dormansi Fisik

Pada tipe dormansi ini yang menyebabkan pembatas structural terhadap perkecambahan adalah kulit biji yang keras dan kedap sehingga menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air atau gas pada berbagai jenis tanaman. Kulit benih/pericarp yang keras dan impermeable menghalangi imbibisi dan pertukaran gas.

2) Dormansi Mekanis

Dormansi mekanis adalah dormansi yang disebabkan oleh kulit biji yang keras sehingga tidak bisa ditembus akar. Tipe ini bisa terjadi pada tanaman jati, jati putih, kemiri, kenari.

3) Dormasi Kimia

Dormansi kimia disebabkan oleh adanya zat tertentu dalam benih yang menghambat perkecambahan

benih. Faktor dormansi ini dapat diatasi menggunakan suatu metode perlakuan pendahuluan. Perlakuan pendahuluan bermanfaat untuk mematahkan dormansi benih. Perlakuan pendahuluan benih meliputi :

- Perlakuan dengan air dingin
- Perlakuan dengan air panas
- Perlakuan mekanik seperti pemotongan biji dengan pisau, pengesekan pada lantai yang kasar, pengesekan dengan menggunakan kertas pasir, dan pembakaran.

d. Penghambat perkecambahan

Banyak zat-zat yang dapat menghambat perkecambahan benih, antara lain dapat berupa kehadiran inhibitor baik dalam benih maupun di permukaan benih, adanya larutan dengan nilai osmotik yang tinggi serta bahan yang menghambat lintasan metabolic atau menghambat laju respirasi, herbisida, caomarin.

e. Air

Air merupakan salah satu syarat penting bagi berlangsungnya proses perkecambahan benih. Ada dua factor yang mempengaruhi penyerapan air oleh benih, yaitu: i) sifat dari benih itu sendiri terutama kulit pelindungnya, dan ii) jumlah air yang tersedia di media sekitarnya. Banyaknya air yang diperlukan oleh benih tergantung pada jenis benih, tetapi secara umum tidak melebihi dua atau tiga kali berat kering benih tersebut. Fungsi air adalah :

- Untuk melembabkan kulit biji sehingga menjadi pecah atau robek agar terjadi pengembangan embrio dan endosperm.
- Untuk memberikan fasilitas masuknya oksigen kedalam biji.
- Untuk mengencerkan protoplasma sehingga dapat mengaktifkan berbagai fungsinya.
- Sebagai alat transport larutan makanan dari endosperm atau kotiledon ke titik tumbuh, dimana akan terbentuk protoplasma baru.

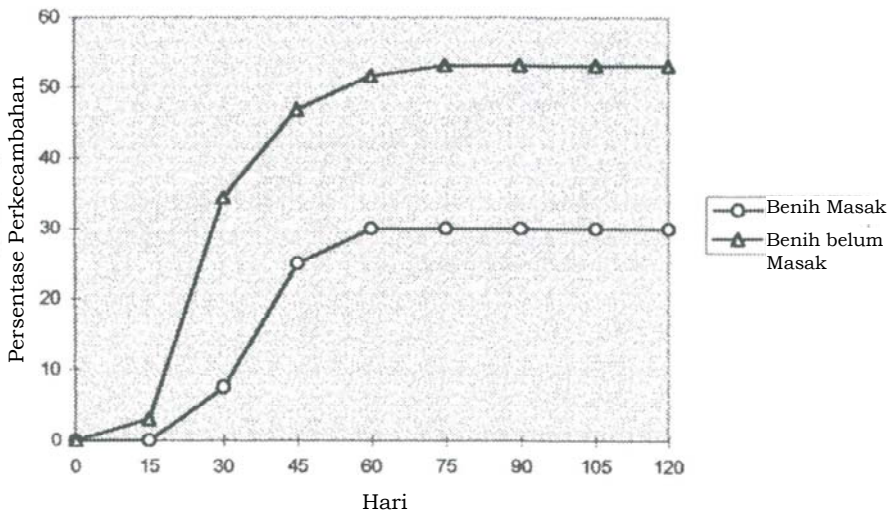
- f. Suhu  
Suhu juga mempengaruhi kecepatan proses permulaan perkecambahan.
- g. Oksigen  
Saat berlangsungnya perkecambahan, proses respirasi akan meningkat disertai dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan CO<sub>2</sub>, air dan energy panas.
- h. Cahaya  
Pengaruh cahaya terhadap perkecambahan tergantung pada intensitas cahaya, kualitas cahaya, lamanya penyinaran. pengaruh cahaya terhadap perkecambahan benih dapat dibagi atas 4 golongan yaitu golongan yang memerlukan cahaya mutlak, golongan yang memerlukan cahaya untuk mempercepat perkecambahan, golongan dimana cahaya dapat menghambat perkecambahan, serta golongan dimana benih dapat berkecambah baik pada tempat gelap maupun ada cahaya.
- i. Keadaan lingkungan selama penaburan seperti :
  - Kelembaban
  - Aerasi
  - Cahaya
  - Media
  - Cara penaburan
  - Perangsang perkecambahan
  - pH
  - Hama penyakit

Penelitian perkecambahan pasak bumi telah dilakukan oleh Keng et al., (2002); Susilowati (2008) dan Rayan et al., (2010). Berikut ini akan diuraikan hasil penelitian mereka. Penelitian Keng et al (2002) pada media tanah dan pasir dengan perbandingan 1:1, benih mulai berkecambah pada hari ke 43 dan berlanjut berkecambah sampai pada hari ke 99 setelah penaburan. Terhambat dan tertundanya perkecambahan disebabkan oleh tingginya derajat impermeability endocarp benih terhadap air atau oksigen atau keduanya. Fenomena ini sama terhadap biji kacang tanah yang menunjukkan sangat rendahnya persentase perkecambahan karena impermeabilitas pelindung benih (seed coat) terhadap air.

Penelitian Keng et al., (2002) menguji waktu berkecambah biji pasak bumi pada tiga jenis media, yaitu media tanah dengan campuran pasir, media pellet Jiffy dan media culture in vitro (MS). Benih yang ditaburkan pada media tanah bercampur pasir mulai berkecambah pada hari ke-43 dan berlanjut sampai hari ke 99 setelah penaburan. Penghambatan dan penundaaan perkecambahan ini disebabkan karena tingginya derajat impermeability endocarp benih pasak bumi terhadap air atau oksigen atau terhadap keduanya. Benih yang ditabur pada media Jiffy berkecambah lebih awal dan periode waktunya lebih pendek yaitu (35-85 hari) jika dibandingkan dengan yang ditabur pada media tanah yang dicampur dengan pasir (43-99 hari). Ini disebabkan karena media Jiffy menjaga kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan media tanah bercampur pasir sehingga benih dapat menyerap air lebih banyak. Benih yang ditabur dalam media in vitro (MS) tidak berkecambah, dan benih yang tidak dibuang endocarpnya mengeluarkan eksudat berwarna hitam, yang merupakan senyawa fenolik dan berkontribusi terhadap impermeabilitas lapisan benih terhadap air sehingga mencegah perkecambahan benih.

Benih pasak bumi yang telah masak dikecambahkan pada media tanah dan campuran pasir atau media Jiffy berkecambah lebih baik dibandingkan dengan benih yang belum masak. Benih yang masak ditabur pada media tanah dan campuran pasir berkecambah 58% dalam 120 hari pengamatan, dan hanya 46 % benih yang belum masak berkecambah ketika ditabur pada media yang sama. Hanya 46 % benih masak yang berkecambah dalam 120 hari pada media Jiffy dan 29% benih yang belum masak yang dikecambahkan pada media yang sama.

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa benih dengan endocarp yang dibuang mulai berkecambah pada 14 hari setelah ditanam pada culture in vitro media MS dan terus berlanjut sampai hari ke 64 dengan tingkat perkecambahan adalah 53%. Tidak ada benih yang memiliki endocarp utuh yang berkecambah pada media in vitro, hal ini karena kebanyakan senyawa penghambat yang menghambat perkecambahan benih yang biasanya berada dalam dinding buah atau lapisan benih. Ini menunjukkan bahwa benih pasak bumi tanpa endocarp mampu berkecambah lebih awal. Benih yang belum matang tanpa endocarp berkecambah lebih cepat dari pada benih yang matang tanpa endocarp, seperti terlihat pada Gambar 8.3.



Gambar 8.3. Persentase kecambah benih pasak bumi berdasarkan tingkat kematangan benih (Sumber: Keng et al., 2001)

Untuk kegiatan perkecambahan benih media yang digunakan merupakan kombinasi dari empat media dasar yaitu: pasir murni; pasir : tanah (1/1, v/v); pasir : arang sekam (1/1, v/v); pasir : kompos (1/1, v/v). Benih pasak bumi yang dikecambahkan pada empat media yang berbeda menunjukkan perbedaan jumlah dan kecepatan berkecambah. Hari berkecambah tercepat diperoleh pada media pasir murni (M1) yaitu hari ke-14, diikuti oleh media pasir-sekam perbandingan 1:1 (M3) pada hari ke-15, media pasir-kompos (M4) benih mulai berkecambah pada hari ke-18 dan media pasir-tanah perbandingan 1:1 (M2) pada hari ke-20. Jumlah kecambah kumulatif tertinggi diperoleh pada media M2 yaitu sebanyak 31 buah (34%), diikuti oleh media M1 yaitu sebanyak 20 buah (22%), M3 sebanyak 15 buah (16%) dan M4 sebanyak 13 buah (14%).

Dari keempat tipe media yang digunakan, hari berkecambah tercepat diperoleh pada media pasir murni, hal ini karena pasir merupakan media yang mudah tersedia bersih dan daya rekatnya rendah, pasir tidak menyimpan kelembaban sehingga membutuhkan frekuensi penyimpanan yang lebih (Hartmann *et al.* 1997). Penggunaan tunggal tanpa adanya campuran media lain akan membuat pasir bersifat kasar sehingga memberikan hasil yang baik.

Media yang menghasilkan hari berkecambah paling lambat dan jumlah kecambah paling sedikit adalah media kompos, hal ini kemungkinan disebabkan karena media kompos kurang sesuai untuk perkecambahan benih pasak bumi karena terlihat beberapa kecambah mengalami lodoh dan layu.

Penelitian penundaan perkecambahan pasak bumi telah dilakukan oleh Rayan et al., (2010), dimana perlakuan yang dicobakan adalah P0 = biji langsung disemai; P1 = penyemaian biji ditunda 10 hari; P2 = penyemaian biji ditunda 20 hari; P3 = penyemaian biji ditunda 30 hari. Hasil penelitian penelitian tersebut menunjukkan bahwa biji pasak bumi dengan perlakuan P0 (langsung disemai) mulai berkecambah pada hari ke 22 dan berakhir pada hari ke 44, sedangkan perlakuan penyemaian biji ditunda 10 hari (P1), penyemaian biji ditunda 20 hari (P2) dan penyemaian biji ditunda 30 hari (P3) biji mulai berkecambah berturut-turut pada hari ke 21. 18 dan 10 hari dan berakhir pada hari ke 42, 42, dan 56, jadi perlakuan P0, P1, dan P2 interval berkecambahnya biji rata-rata kurang lebih 3 minggu sedangkan P3 5 minggu. Hal ini berarti bahwa biji pasak bumi makin lama disimpan makin cepat awal perkecambahannya, hal ini disebabkan biji pasak bumi dormansinya akan berkurang dengan berjalannya waktu.

Rata-rata kecepatan berkecambah biji pasak bumi dengan perlakuan penundaan pengecambahan P0, P1, P2, dan P3 berturut-turut adalah 35.4 hari, 30.9 hari; 29.6 hari, dan 25.7 hari, hal ini seiring dengan proses perkecambahan bahwa semakin lama biji pasak bumi disimpan maka kecepatan berkecambahnya biji pasak bumi semakin cepat. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan penundaan penyemaian biji berpengaruh nyata secara statistik.

Daya kecambah biji pasak bumi dengan perlakuan penundaan pengecambahan yaitu P0, P1, P2, dan P3 berturut-turut adalah 100%, 84.2%, 80% dan 75.8%, dengan rata daya kecambah sebesar 85%. Makin lama disimpan benih pasak bumi semakin menurun daya kecambahnya, kemungkinan benih ini tidak dapat disimpan lebih lama karena benih pasak bumi termasuk rekalsitran.

Persentase perkecambahan pasak bumi sangat rendah di habitat alaminya dan membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu 35-99 hari setelah disemai (Keng et al., 2002), Persentase perkecambahan



pasak bumi sangat rendah di habitat alaminya dan membutuhkan waktu yang cukup lama, yaitu 35-99 hari setelah disemai (Keng et al., 2002), sehingga diperlukan usaha-usaha untuk perbaikan daya perkecambahannya. Penyebaran benih pasak bumi umumnya hanya terbatas di sekitar pohon induk hal ini dikarenakan pasak bumi memiliki tipe dispersal yang mengikuti gaya berat sehingga benih yang dihasilkan hanya tersebar di bawah pohon induk, hal tersebut menyebabkan tumbuhan pasak bumi di alam selalu ditemui secara berkelompok di bawah pohon induk. Pemencaran ke tempat yang lebih jauh lagi hanya mungkin terbawa oleh aliran air hujan atau pun vektor lain (Hadihah, 2000).

Hussein *et al.* (2005) menyatakan tumbuhan pasak bumi memiliki tipe benih yang rekalsitran yaitu memiliki sifat yang tidak tahan untuk disimpan dalam jangka waktu yang lama. Persentase perkecambahan pasak bumi sangat rendah di habitat alaminya serta membutuhkan waktu yang cukup lama, hal ini disebabkan karena embrio yang belum cukup masak pada saat pemasakan buah. Embrio gugur (kropos)

### **8.2.3. Tipe Perkecambahan pasak bumi**

Ada dua tipe pertumbuhan awal dari suatu kecambah tanaman, yaitu:

1. Tipe Epigeal (Epigeous); yaitu munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara keseluruhan dan membawa serta kotiledon dan plumula ke atas permukaan tanah.
2. Tipe Hipogeal (Hypogeous); yaitu munculnya radikel diikuti dengan pemanjangan plumula, hipokotil tidak memanjang ke atas permukaan tanah sedangkan kotiledon tetap berada di dalam kulit biji di bawah permukaan tanah.

Berdasarkan pengamatan perkecambahan benih pasak bumi yang dilakukan oleh Susilowati (2008) bahwa pasak bumi memiliki tipe perkecambahan semi hypogeal yang merupakan tipe antara hipogeal dan epigeal. Pada tipe ini, hipokotil tidak memanjang, namun kotiledon terangkat ke permukaan tanah, kemungkinan itu disebabkan pemanjangan dari tangkai kotiledon, tetapi Rayan et al., (2010) menyatakan bahwa tipe perkecambahan biji pasak bumi

adalah hypogeal, dimana perkecambahan biji pasak bumi diawali dengan keluarnya akar dilanjutkan dengan tumbuh tunas yang kotiledonnya tidak terangkat ke permukaan tanah. Hasil uji perkecambahan pasak bumi yang kami lakukan pada media cocopeat juga menunjukkan tipe perkecambahan hypogeal, seperti terlihat pada Gambar 8.4.



Gambar 8.4: Tipe kecambah pasak bumi.

### 8.3. Perbanyakan Pasak bumi dengan Stek

Stek merupakan teknik pembiakan vegetative dengan cara perlakuan pemotongan pada bagian vegetative untuk ditumbuhkan menjadi tanaman dewasa secara mandiri dan terlepas dari tanaman induknya. Penggolongan stek berdasarkan bahan tanaman terdiri dari stek pucuk, stek batang, dan stek akar. Keberhasilan perbanyakan secara stek dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah:

a. Sumber bahan stek

Asal bahan stek berpengaruh terhadap kemampuan berakar stek dan pertumbuhan biakannya. Bahan stek yang masih juvenile (muda secara fisiologis) memiliki kemampuan berakar yang lebih baik dari pada biakan stek yang telah

tua). Tipe tunas dari bahan stek juga berpengaruh terhadap pertumbuhan biakan stek. Beberapa jenis tanaman menunjukkan bahwa biakan stek yang berasal dari tunas plagiothorp (tunas yang tumbuh menyamping) ketika ditumbuhkan di lapang maka tumbuhnya juga menyamping. Untuk mendapatkan bibit yang tumbuh dengan tegak dan cepat di lapang, maka bahan stek sebaiknya berasal dari batang atau tunas yang ortothorp (tumbuh keatas).

b. Media

Pemilihan media harus memperhatikan 3 karakteristik media yaitu; 1) Kandungan kimia, dimana media yang baik harus memiliki kandungan kimia yang minimal agar tidak mengganggu proses penyerapan air oleh stek dari media; 2) Sifat fisik, berkaitan erat dengan kemampuan mengikat air dan porositas media. Media stek yang ideal adalah yang memiliki aerasi cukup namun dapat mengikat air; 3) Kandungan mikrobiologi, dimana media yang baik adalah media yang higienis atau populasi mikroba rendah.

c. Kondisi lingkungan

Keberhasilan perbanyakan secara vegetative salah satunya ditentukan oleh kondisi lingkungan (iklim mikro tempat pengakaran stek). Oleh karena diperlukan rumah tumbuh atau ruang pengakaran yang dapat menjaga kondisi lingkungan agar tetap optimal.

d. Zat pengatur tumbuh

Untuk menstimulir pertumbuhan akar dan tunas, bagian pangkal stek diberi zat pengatur tumbuh dari kelompok auksin (IBA, IAA, NAA) dan kelompok sitokinin (kinetin, BAP, seatin). Cara pemberian zat pengatur tumbuh dapat dilakukan secara dioles, dicelup dan direndam, tergantung pada bentuk dari zat pengatur tumbuh tersebut.

Perbanyakan pasak bumi dengan stek telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain Susilowati et al., (2009) yang menggunakan media campuran serbuk kelapa dengan sekam padi, dengan perbandingan sebagai berikut:

- A1B1 = campuran serbuk kelapa dan sekam dengan perbandingan 1:0 (v/v) tanpa penambahan ZPT;

- A1B2 = campuran serbuk kelapa dan sekam dengan perbandingan 1:0 (v/v) dengan penambahan ZPT;
- A2B1= campuran serbuk kelapa, sekam dengan perbandingan 1:1 (v/v) tanpa penambahan ZPT;
- A2B2 = campuran serbuk kelapa, sekam dengan perbandingan 1:1 (v/v) dengan penambahan ZPT;
- A3B1 = campuran serbuk kelapa dan sekam dengan perbandingan 2:1 (v/v) tanpa ZPT;
- A3B2= campuran serbuk kelapa, sekam dengan perbandingan 2:1 (v/v) dengan penambahan ZPT.

Hasil penelitian Susilowati et al. (2012) menunjukkan persentase hidup dan persentase berakar stek rata-rata hampir sama untuk tiap media seperti terlihat pada Tabel 8.1. Ada perbedaan panjang dan jumlah akar yang dihasilkan pada ketiga media tersebut. Media A3 terlihat menghasilkan jumlah dan panjang akar yang lebih baik dibandingkan media lainnya hal tersebut berarti setelah stek berakar, faktor media merupakan penentu pertumbuhan stek pada tahap selanjutnya. Hasil tersebut sesuai dengan Balitbanghut (2007) yang menyatakan bahwa media stek merupakan salah satu unsur penentu keberhasilan proses pembentukan akar.

Media A3 yang merupakan campuran serbuk kelapa dan sekam pada 2:1 memiliki aerasi yang baik dan memiliki kemampuan memegang dan menyimpan air namun pada saat kondisi air berlebih media akan cepat mengeluarkannya (Balitbanghut 2007). Menurut Yeates *et al.*, (2005) sebelum pembentukan akar, sumber utama hilangnya air dari media terjadi melalui evaporasi. Pembentukan kalus serta pembentukan dan pertumbuhan akar akan terjadi pada saat air dalam media berada tepat atau sedikit dibawah kapasitas lapang. Oleh karenanya ketersediaan air yang cukup sangat penting. Namun demikian air yang berlebihan pada fase pembentukan akar juga kurang baik.

Susilowati et al., (2012) juga mencoba melihat pengaruh pemberian Rootone F, ternyata Rootone F berpengaruh terhadap persentase stek berakar, panjang akar primer serta jumlah akar primer stek pasak bumi. Penambahan Rootone F ternyata mampu merangsang proses morfologis yaitu pembentukan kuncup lateral dan pertumbuhan akar baru pada jaringan kalus yang terbentuk pada stek. Jaringan kalus yang terbentuk pada stek sebagai akibat

respons tumbuhan terhadap penambahan ZPT berfungsi untuk memacu proses diferensiasi sel pada jaringan merismatik, dimana jaringan merismatik pada batang mengandung meristem yang memiliki jumlah sel sedikit dan aktifitas selnya rendah sehingga dibutuhkan hormon eksternal.

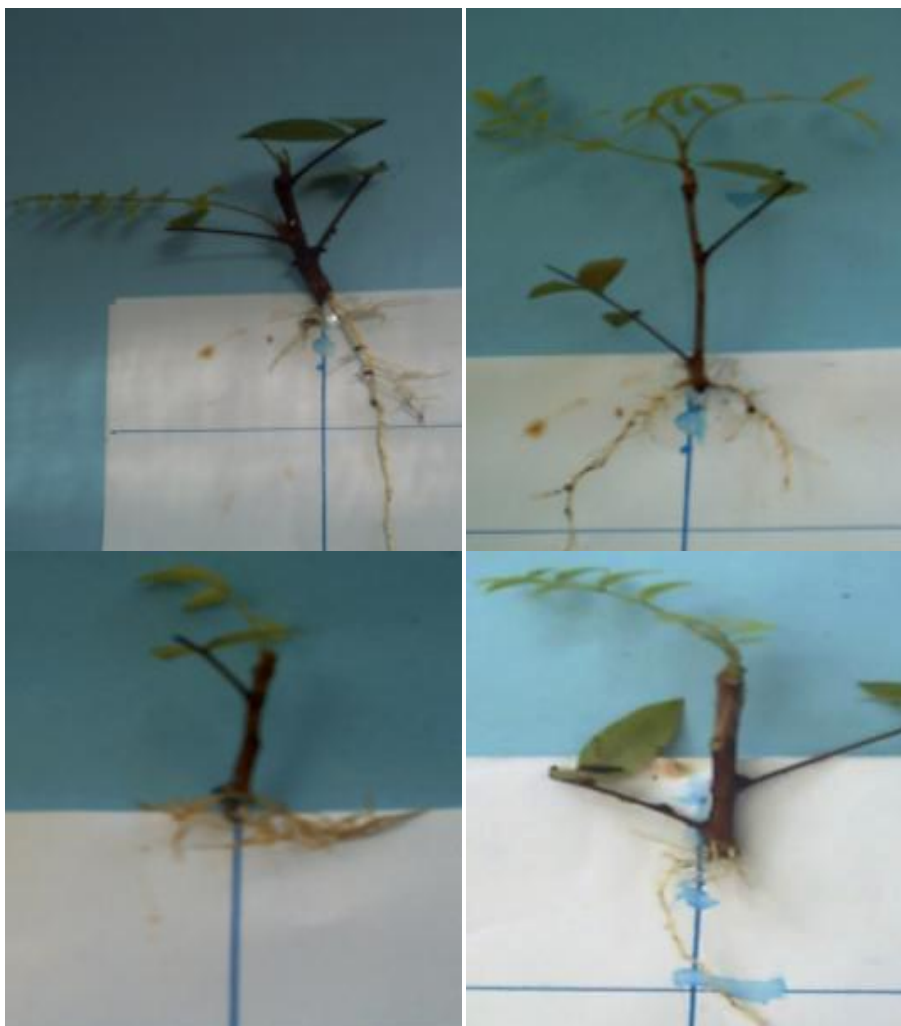
Tabel 8. 1 Persentase stek hidup (PSH), persentase stek berakar (PSB), panjang akar primer (PAP), jumlah akar primer (JAP) stek pasak bumi (Sumber: Susilowati et al., 2012).

	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
PSH	77,78	77,78	77,78	100	77,78	77,78
PSB	44,44a	66,67b	33,33a	44,44b	44,44a	77,78b
PAP	3,18a	4,93b	2,03a	6,84b	3,68a	5,76b
JAP	1,50a	3,0b	2,0a	2,8b	2,5a	2,0b

Keterangan: Angka pada baris yang diikuti satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Stek pasak bumi tanpa pemberian Rootone F juga menunjukkan adanya perakaran namun berdasarkan hasil pengamatan, stek tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berakar dan akar yang terbetuk relatif lebih pendek dengan jumlah akar primer serta sekunder yang lebih sedikit. Hal ini membuktikan bahwa sebenarnya stek pasak bumi memiliki kandungan auksin endogen yang cukup untuk menghasilkan perakaran namun memerlukan tambahan hormon eksogen untuk mempercepat dan memperbanyak perakarannya. Hasil stek pasak bumi pada media yang berbeda dapat ditunjukkan pada Gambar 8.5.

Penelitian Solfan et al. (2010) menggunakan top soil dan media arang sekam dengan perlakuan lama perendaman dan konsentrasi Growtoon F yang berbeda. dengan teknik stek batang menghasilkan persentase stek hidup sebesar 45%. Penggunaan Growtoon F dapat merangsang pertumbuhan stek meskipun membutuhkan waktu sekitar 3-4 bulan.



Gambar 8.5. Penampilan stek pucuk umur 20 minggu pada perlakuan yang berbeda. (Sumber: Susilowati et al., 2012)

#### **8.4. Perbanyakan Pasak bumi dengan Kultur Jaringan**

Kultur jaringan atau disebut juga dengan kultur *in-vitro*, merupakan suatu teknik perbanyakan vegetatif dengan cara mengisolasi protoplas, sel, jaringan, organ tanaman dalam media aseptik dengan kondisi lingkungan yang terkontrol sehingga akan menghasilkan tanaman yang tumbuh lengkap (Gunawan, 1988).

Kultur jaringan ini memiliki beberapa keuntungan antara lain, tingkat mutipikasi yang tinggi, seragam secara genetik (kemungkinan adanya keragaman somaklonal diabaikan), memiliki sifat seperti induknya, bibit dapat dihasilkan setiap waktu, tidak tergantung pada musim, dapat menghasilkan bibit yang bebas penyakit, bahan tanaman yang dibutuhkan sedikit, tidak merusak pohon induk, dan kebutuhan tempat untuk produksi bibit yang relatif sempit (Gunawan, 1988; Rosmaina, 2007).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kultur tanaman secara *in vitro* adalah eksplan, komposisi media tanam, zat pengatur tumbuh (ZPT) dan lingkungan tumbuh (Gunawan, 1988). Faktor-faktor tersebut sangat berkaitan satu sama lainnya, sehingga salah satu faktor tersebut tidak dapat dihilangkan untuk memperoleh tanaman yang diinginkan.

#### a. Eksplan

Eksplan merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan program kultur jaringan tanaman. Menurut Mariska dan Deden (2003) eksplan adalah bagian tanaman yang akan dikulturkan. Eksplan dapat berasal dari meristem, tunas, batang, anter, daun, embrio, hipokotil, biji, rhizome, akar atau bagian-bagian lain dari tanaman. Beberapa hal yang harus diperhatikan yang berkaitan dengan eksplan sebagai bahan tanaman yang akan digunakan dalam kultur ialah genotipe, umur, ukuran dan kondisi fisiologis eksplan tersebut. Kondisi fisiologis eksplan memiliki peranan penting bagi keberhasilan teknik kultur jaringan, pada umumnya bagian-bagian vegetatif lebih siap beregenerasi daripada bagian-bagian generatif (Zulkarnaian, 2009). Ukuran eksplan yang dikulturkan menentukan keberhasilan dari suatu teknik kultur jaringan. Ukuran eksplan yang terlalu kecil, akan kurang daya tahannya bila dikulturkan, sedangkan bila ukurannya terlalu besar akan sulit didapatkan eksplan yang steril. Ukuran eksplan yang dapat digunakan dalam teknik kultur jaringan bervariasi dari ukuran mikroskopik ( $\pm 0.1$  mm) sampai 5 cm (Mariska & Sukmadjaja, 2003).

#### b. Media Kultur

Keberhasilan dalam penggunaan metode kultur jaringan sangat tergantung pada media yang digunakan (Gunawan, 1987). Unsur-

unsur yang penting dalam media tersebut adalah garam-garam anorganik, vitamin, zat pengatur tumbuh, karbohidrat (gula), dan karbon. Garam-garam anorganik terdiri dari unsur-unsur hara yang esensial. Unsur hara esensial adalah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman untuk hidupnya, fungsi unsur hara tersebut tidak dapat digantikan oleh unsur yang lain, dan diperlukan dalam proses metabolisme tanaman sebagai komponen molekul anorganik atau sebagai kofaktor dalam reaksi enzim (Orcutt dan Nilsen, 2000).

Media kultur jaringan tanaman tidak hanya menyediakan unsur-unsur hara makro dan mikro, tetapi juga karbohidrat yang pada umumnya berupa gula untuk menggantikan karbon yang biasanya diperoleh dari atmosfer melalui fotosintesis (Gunawan, 1987). Gula yang digunakan sebagai sumber karbon misalnya sukrosa, fruktosa atau glukosa (Santoso dan Nursandi, 2002). Konsentrasi sukrosa dalam media biasanya 2-4%.

Media kultur terdiri dari beberapa komponen, hara makro digunakan pada semua media, hara mikro hampir selalu digunakan tetapi ada beberapa yang hanya menggunakan besi atau besi-kelat. Vitamin-vitamin umumnya ditambahkan dalam jumlah yang bervariasi. Vitamin yang sangat sering digunakan adalah thiamine (vitamin B1) merupakan vitamin esensial, nicotinic acid (niacin) dan pyridoxine (vitamin B6), asam amino dan N organik. ZPT yang digunakan terutama auksin dan sitokinin.

Media *Murashige and skoog* atau yang biasa disingkat dengan MS, merupakan media dasar yang sering digunakan dalam kultur *in-vitro*. Media ini mempunyai konsentrasi garam organik yang lebih tinggi dibanding media lain (Husni, 1997). Komposisi media *Murashige dan Skoog* mengandung unsur-unsur yang lebih lengkap sehingga digunakan pada hampir semua jenis kultur (Gunawan, 1987). Mardin (2002) juga menyatakan bahwa media MS adalah media yang sangat luas pemakaiannya karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap sehingga dapat digunakan untuk berbagai spesies tanaman. Lebih lanjut Marlina (2004), menyatakan bahwa media MS sering digunakan karena cukup memenuhi unsur hara makro, mikro dan vitamin untuk pertumbuhan tanaman.



### c. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat Pengatur Tumbuh adalah salah satu bahan sintesis atau hormon tumbuh yang mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan melalui pembelahan sel, pembesaran sel dan diferensiasi. Di dalam teknik kultur jaringan, kehadiran zat pengatur tumbuh sangat nyata pengaruhnya. Bahkan Peirik (1997) *cit* Zulkarnain (2009) menyatakan bahwa sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan tanpa melibatkan zat pengatur tumbuh.

Zat pengatur tumbuh pada tanaman adalah senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Zat pengatur tumbuh dapat dibagi menjadi beberapa golongan yaitu golongan auksin, sitokinin, giberelin dan inhibitor. Zat pengatur tumbuh yang tergolong auksin adalah Indol Asam Asetat (IAA), Indol Asam Butirat (IBA), Naftalaen Asam Asetat (NAA) dan 2,4 Diklorofenoksiasetat (2,4-D). Zat pengatur tumbuh yang termasuk golongan sitokinin adalah Kinetin, Zeatin, Ribosil dan Benzil Aminopurin (BAP). Sedangkan golongan giberelin adalah GA1, GA2, GA3, GA4, dan golongan inhibitor adalah fenolik dan asam absisik (Davies, 1995 ).

Andaryani (2010) menambahkan bahwa zat pengatur tumbuh pada tanaman adalah senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung atau menghambat dan atau dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Dua golongan zat pengatur tumbuh yang penting dalam kultur jaringan yaitu auksin dan sitokinin. Zat pengatur tumbuh ini mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel dan organ. Interaksi dan keseimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen menentukan arah perkembangan suatu kultur (Gunawan, 1988).

#### 1. Auksin

Auksin digunakan secara luas dalam kultur jaringan untuk merangsang pertumbuhan kalus, suspensi sel dan organ. Fungsinya adalah untuk merangsang pertumbuhan kalus, merangsang pembesaran sel dan mengatur morfogenesis

dari setiap tanaman. Golongan auksin dibedakan atas auksin alami dan auksin sintetik, yang tergolong kedalam auksin alami ialah IAA (*Indole-3-Acetic Acid*), sedangkan yang tergolong auksin sintetik yaitu 2,4-D (*2,4 Diclorophenoxy Acetic Acid*), IBA (*Indole Butyric Acid*), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*). Auksin sintetik bersifat lebih aktif, lebih stabil karena tidak didegradasi oleh enzim dalam tanaman. Bentuk-bentuk auksin yang biasa ditambahkan ke dalam media kultur adalah 2,4-D (*2,4 Diclorophenoxy Acetic Acid*), IBA (*Indole Butyric Acid*), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan IAA (*Indole-3-Acetic Acid*).

## 2. Sitokinin

Sitokinin merupakan senyawa organik yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sama halnya dengan (6-furfurylaminopurine), peranan auksin dan sitokinin sangat nyata dalam pengaturan pembelahan sel, pemanjangan sel, diferensiasi sel, dan pembentukan organ (Zulkarnain, 2009). Sitokinin terbagi atas sitokinin alami yaitu 2iP (*N6-2-Isopentanyl Adenin*) dan Zeatin, dan sitokinin sintetik yaitu BAP (*6-Benzyl Amino Purin*). Sitokinin yang biasa digunakan adalah kinetin, zeatin, 2iP (*N6-2-Isopentanyl Adenin*), BAP (*6-Benzyl Amino Purin*), dan TDZ (*thidiazuron*) (Gunawan, 1988).

*Benzyl amino purine* (BAP) merupakan sitokinin sintesis yang memiliki berat molekul sebesar 225.26 dengan rumus molekul  $C_{12}H_{11}N_5$ . BAP merupakan turunan adenin yang disubstitusi pada posisi 6 dan memiliki aktivitas kimia paling aktif (Wattimena, 1992). Hasil penelitian Seswita *et al.*, (2010) tentang pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan kalus daun Jati Belanda menyimpulkan bahwa kombinasi perlakuan Benzyl Adenin 0,1 mg/l + 2,4 D 0,3 mg/l merupakan perlakuan terbaik yang dapat menghasilkan struktur kalus yang remah, warna putih kekuningan dan diameter terbesar 28,7 mm dengan indikasi kadar tannin lebih tinggi. Menurut Indah *et al.*, (2008) induksi kalus daun nyamplung dengan menggunakan BAP dan 2,4 D diperoleh perlakuan terbaik adalah konsentrasi 0,5 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP dengan kandungan berat segar kalus yaitu 197,8 mg

dan waktu muncul kalus lebih cepat yaitu pada 13 hari setelah tanam.

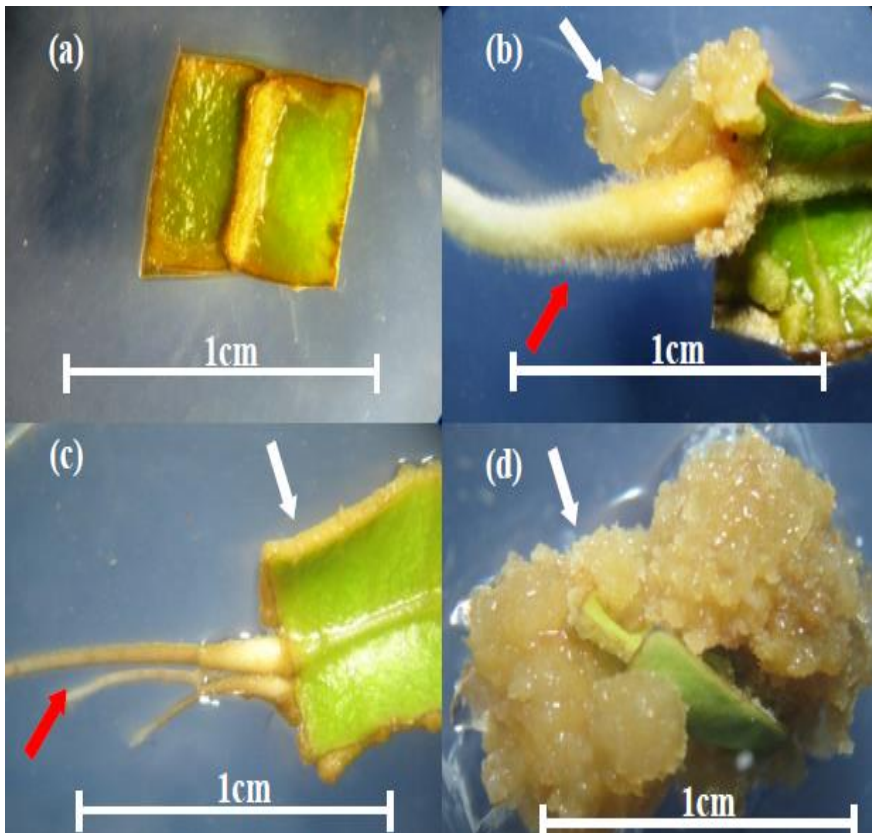
#### d. Lingkungan Tumbuh

Keberhasilan dalam kultur *in vitro* juga dipengaruhi oleh lingkungan tumbuh seperti suhu, pH, dan cahaya. Tingkat kemasaman (pH) media harus diatur supaya tidak mengganggu fungsi membran sel dan pH sitoplasma (Gunawan, 1987). Faktor suhu berpengaruh secara langsung terhadap perkembangan sel dan jaringan, pembentukan organ tanaman, dan berkaitan erat dengan siklus perkembangan tanaman yang berada dibawah pengaruh enzim. Walaupun tidak terdapat kisaran suhu optimum yang berlaku secara universal untuk pertumbuhan *in vitro* sebagian besar tanaman, namun Read (1990) mengemukakan bahwa kisaran suhu 20-27° C paling sering digunakan. Menurut Gunawan (1988) banyak laporan menyatakan bahwa temperatur yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam *in-vitro* antara 25-28° C yang merupakan suhu ruangan normal. Cahaya dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, cahaya yang baik untuk pertumbuhan kultur ialah cahaya yang berwarna putih. Total cahaya yang dibutuhkan suatu tanaman merupakan fungsi dari periode penyiaran. Berapa lama cahaya penyiaran tergantung dari jenis tanaman dan respon yang diinginkan.

Penelitian Hussein et al. (2012) yang melakukan perbanyakan dengan teknik *in-vitro* dengan eksplan daun pada media MS yang diberi berbagai konsentrasi (1, 3, 5 dan 7 mg/L) dan jenis auksin (NAA, IAA, IBA). Ternyata media MS yang diberi NAA lebih bagus menginduksi akar adventif dari eksplan daun pasak bumi. Semua konsentrasi NAA yang dicobakan (1, 3, 5 dan 7 mg/L) sukses menginduksi akar adventif berambut putih seperti terlihat pada Gambar 8.6, dan konsentrasi NAA yang terbaik adalah 3 mg/L.

Penelitian Hussein et al., (2006) tentang regenerasi tunas adventif dari eksplan akar pasak bumi yang ditanam pada media dasar yang berbeda, yaitu DKW (basal Juglan Medium), WPM (Woody plant Medium), NM (Nitsch Medium) dan MS (Murashe and Skoog) kemudian diberi tambahan kinetin pada berbagai konsentrasi 1-10 mgL<sup>-1</sup>. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa tunas adventif pasak bumi terbentuk pada media dasar DKW, WPM dan NM, sedangkan

pada media dasar MS tunas adventif tidak terbentuk. Konsentrasi kinetin terbaik untuk menginduksi tunas adventif dari eksplan akar adalah  $1 \text{ mgL}^{-1}$  kinetin pada media DKM dan  $2 \text{ mgL}^{-1}$  pada media WPM dan NS yang memberikan kemampuan regenerasi yang lebih tinggi, waktu muncul tunas lebih cepat, dan jumlah anak daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lain.



Gambar 8.6. Pengaruh auksin yang berbeda terhadap induksi akar adventif *Eurycoma longifolia* dibawah kondisi gelap umur 56 hari setelah tanam. [a] control; [b] 3 mg/L NAA; [c] 5 mg/L IAA; [d] 5 mg/L IBA. Panah merah akar adventif yang terbentuk pada eksplan dan panah putih adalah kalus yang terbentuk pada eksplan. (Sumber: Hussein et al., 2012)

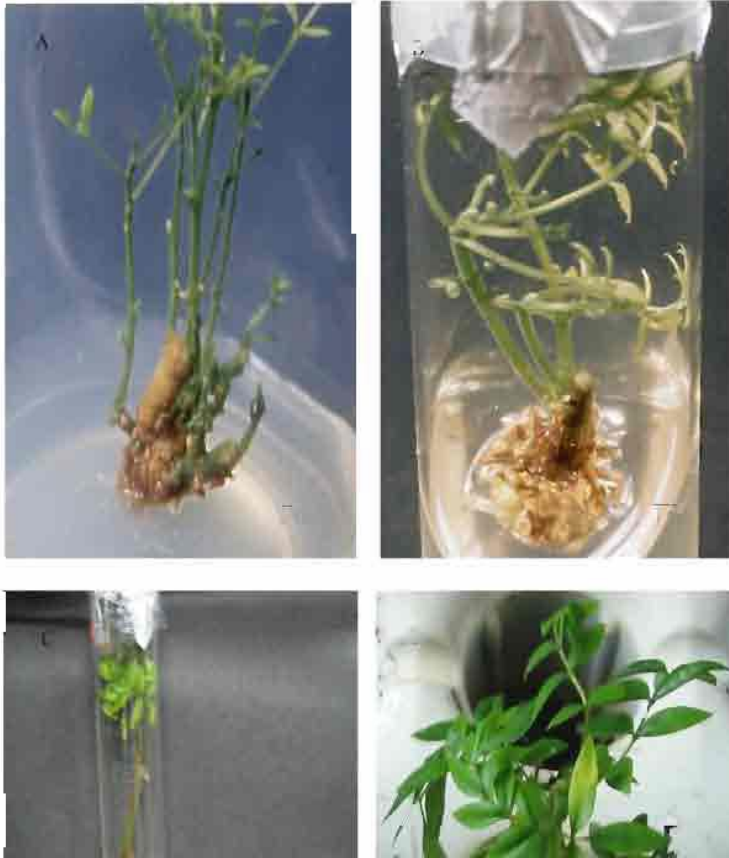
Penggunaan eksplan dari batang untuk perbanyak secara *in-vitro* juga telah dilakukan oleh Hussein et al. (2006) dengan menggunakan media WPM dengan diberi tambahan zeatin pada berbagai konsentrasi  $1-10 \text{ mgL}^{-1}$ . Perlakuan terbaik untuk

menginduksi tunas adventif dengan menggunakan eksplan batang adalah konsentrasi zeatin  $2 \text{ mgL}^{-1}$  dengan kemampuan regenerasi hanya 50%. Peningkatan persentase tunas yang terbentuk dapat juga dilakukan dengan menggunakan kombinasi zat pengatur tumbuh seperti zeatin dan BAP. Konsentrasi terbaik BAP dan zeatin untuk menginduksi tunas dari eksplan batang pada media WPM adalah  $2 \text{ mgL}^{-1}$  BAP dan  $3 \text{ mgL}^{-1}$  BAP dengan kemampuan regenerasi 70%, jumlah anak daun tertinggi (39 buah), panjang batang tertinggi (4.3 cm), jumlah rachis tertinggi (3.5) dan jumlah anak daun per rachis yang tinggi (11.1 buah).

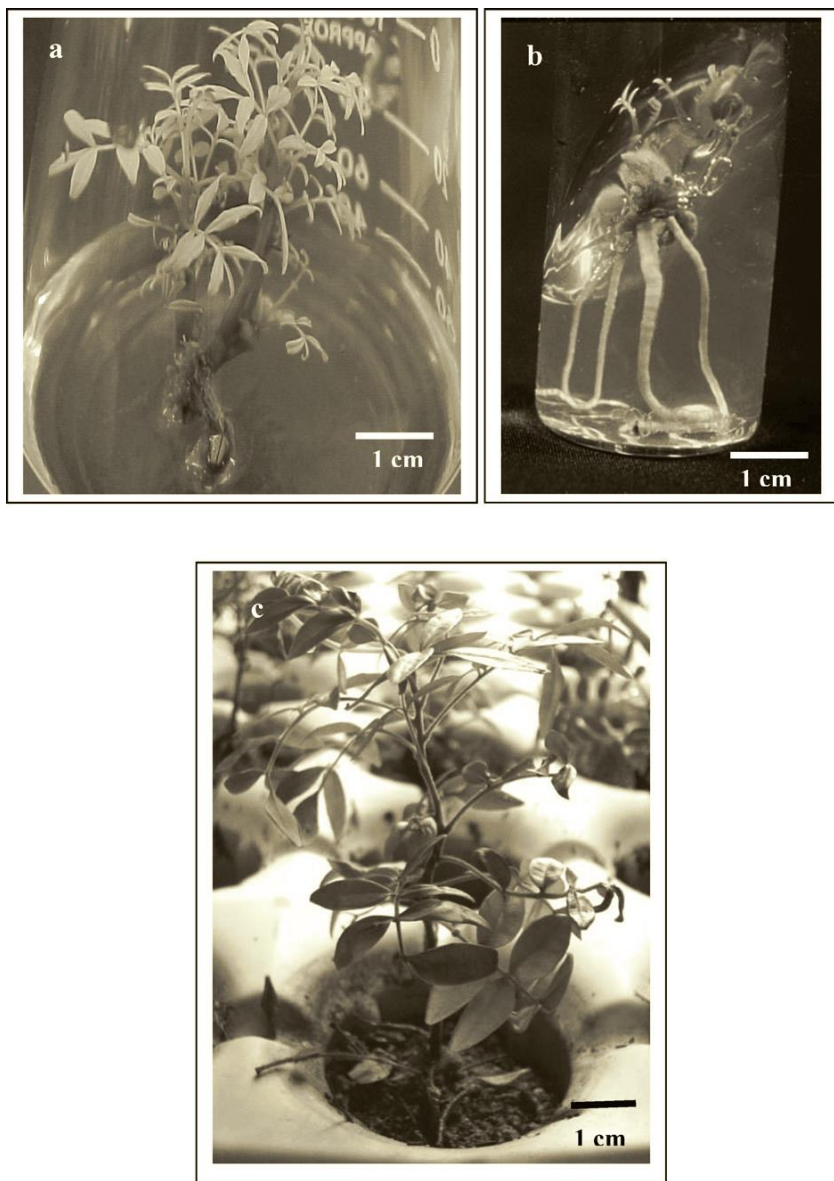
Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, selain sumber eksplan yang memberikan pengaruh terhadap kemampuan regenerasi tanaman, posisi eksplan juga mempengaruhi kemampuan regenerasi. Kemampuan regenerasi tertinggi (90%) dan waktu tercepat munculnya tunas adventif diperoleh dari eksplan akar yang berjarak 2 cm dari batang. Kemampuan regenerasi makin menurun dengan semakin jauhnya jarak eksplan dari batang, dan kemampuan regenerasi hanya 10% saja pada eksplan berakar yang diambil berjarak 6 dan 8 cm dari batang. Ini artinya eksplan akar yang lebih tua lebih mampu beregenerasi dibandingkan dengan akar yang muda. Akar yang muda secara fisiologis terletak diujung akar dan semakin dekat ke batang akarnya secara fisiologis makin tua. Tingginya persentase tunas yang terbentuk pada eksplan akar yang lebih tua dibandingkan dengan eksplan akar yang lebih muda disebabkan oleh tingginya akumulasi sitokinin endogen pada eksplan yang tua.

Pada eksplan batang juga terlihat bahwa jarak batang yang digunakan dari akar juga mempengaruhi kemampuan regenerasi. Eksplan batang yang berjarak 2 cm dari akar memberikan kemampuan regenerasi yang tinggi (90%), waktu muncul tunas tercepat (16 hari), jumlah anak daun terbanyak (35 buah) dan panjang batang terpanjang (4 cm) dibandingkan dengan yang lain. Bervariasinya kemampuan regenerasi dan respon disebabkan oleh bervariasi konsentrasi auksin endogen di dalam areal batang berbeda. Ini menunjukkan bahwa posisi eksplan yang terbaik dan memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi adalah 2 cm dari akar untuk eksplan batang dan 2 cm dari batang untuk eksplan akar. Hussein et al. (2005) dan Hussein et al. (2006) telah berhasil memperbanyak pasak bumi dari berbagai sumber eksplan. Contoh

tanaman lengkap pasak bumi hasil perbanyakan secara kultur jaringan dapat dilihat pada Gambar 8.7 dan 8.8.



Gambar 8.7. Eksplan Pasak bumi yang berhasil membentuk tunas adventif dan pengakaran pada kultur invitro (Sumber: Hussein et al., 2006)



Gambar 8.8. Tanaman lengkap Pasak bumi hasil perbanyakan dengan kultur jaringan (Sumber: Hussein et al., 2005)

## 8.5. Daftar pustaka

- Berjak, P. and N.W. Pammenter. 1994. Recalcitrance is not an all-or-nothing situation. *Seed Sci. Res.* 4:263-264.
- Bewley, J.D. and M. Black, 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. 3<sup>rd</sup> Edition Plenum Press. New York and London. 367 p.
- Bonner, F.T. 1996. Response to drying of recalcitrant seed of *Quercus nigra* L. *Ann. Bot.* 78:181-187.
- Chin, H.F., B. Chrisnapillay and P.C. Stanwood. 1989. Recalcitrant Vs Orthodox Seeds. P. 15-22. *In* Seed Moisture. CSSA Special Publication Number 14. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Chapman and Hall Press. New York. 409 p.
- Davies, P.J. 1995. *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular biology*. Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Farrant, J.M., N.M. Pammenter, and P. Berjak. 1988. Recalcitrance – a current assesment. *Seed Sci. & Technol.* 16: 155-166.
- Gunawan, L. W. 1987. *Teknik Kultur Jaringan*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 252 hal.
- Gunawan, L.W. 1988. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Institut Pertanian Bogor. Hal 152.
- Hong, T.D. and R.H. Ellis. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. IPGRI Technical Bulletin No. 1. (J.M.M. Engels and J. Toll, vol. eds.) International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy
- Hussein, S., A.P.K. Ling., T.H. Ng, R. Ibrahim and K.Y. Paek. 2012. Adventitious roots induction of recalcitrant tropical woody plant, *Eurycoma longifolia*. *Romanian Biotechnological Letters*, 17 (1): 7026-7035



- Hussein, S., R. Ibrahim, A.L.P. Kiong, N.M. Fadzilah and S.K. Daud. 2005. Multiple shoot formation of important tropical medicinal plant, *Eurycoma longifolia* Jack. *Journal of Biotechnology*, 22: 349-351.
- Hussein, S., I. Rusli, & A. P. K. Ling. 2006. Adventitious Shoots Regeneration From Root and Stem Explants of *Eurycoma longifolia* Jack An Important Tropical Medicinal Plants. *International Journal of Agricultural Research*. 1: 183-193.
- King M.W. and E.H. Robert. 1980. The characteristic of recalcitrant seeds. P. 1-5. In H.F. Chin and E.H. Roberts (Eds.). *Recalcitrant crop seeds*. Trop. Press SDN BHD Kuala Lumpur.
- Lin, T.P. 1996. Seed storage behaviour deviating from the orthodox and recalcitrant type. *Seed Sci. & Technol.* 24: 523-532.
- Mugnisjah, W.Q. dan Setiawan, A. 1995. *Pengantar Produksi Benih*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Pammenter, N.W., P. Berjak, J.M. Farrant, M.T. Smith and G. Ross. 1994. Why do stored hydrated recalcitrant seed die?. *Seed Sci. Res.* 4: 187-191.
- Sadjad, S. 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. Grasindo. Jakarta.
- Sandra, E. dan Medi. 2002. *Kultur Jaringan Anggrek Skala Rumah Tangga*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Santoso, U. dan F. Nursandi. 2002. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Susilowati, A., Supriyanto, Siregar I.Z., Subiakto, A. 2012. Perbanyakkan Tanaman Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) Melalui Teknik Stek Pucuk. *FORESTA Indonesian of Journal Forestry I* (1): 25-29.
- Wattimena, G. A., L. W. Gunawan, N. A. Mattjik, E. Syamsudin, N.M.A. Wiendi dan A. Ernawati. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Laboratorium Kultur Jaringan, Pusat Antar Universitas Bioteknologi-IPB.
- Zulkarnain. 2009. *Kultur jaringan tanaman*. Penerbar Swadaya. Jakarta

# **BAB 9**

## **PENUTUP**

### **9.1. Kesimpulan**

1. Hutan Larangan Adat Rumbio adalah bukti adanya masyarakat adat Kenegerian Rumbio. Hutan larangan adat Rumbio ini menyimpan potensi ekologi dan ekonomi bagi masyarakat Kenegerian Rumbio sejak lama sehingga harus dipertahankan dan dijaga kelestariannya untuk generasi yang akan datang. Kearifan lokal yang digunakan oleh pemangku adat Kenegerian Rumbio dalam mengelola hutan Larangan Adat ini ternyata mampu mempertahankan keberadaan kawasan hutan ini. Pelibatan masyarakat dan kearifan lokal yang ada di masyarakat adat Rumbio dapat juga dijadikan sebagai pedoman dalam pengelolaan hutan adat di daerah lain meskipun perlu dilakukan penyesuaian terkait dengan karakteristik adat dan budaya di daerah yang bersangkutan.
2. Hutan Larangan Adat Rumbio menyimpan dua jenis pasak bumi, yaitu pasak bumi jantan dan pasak bumi betina.
3. Pola sebaran pasak bumi di Hutan Larangan Adat Rumbio adalah mengelompok.

4. Keragaman genetik pasak bumi di hutan larangan adat rumbio adat rumbio adalah sedang, yang ditunjukkan oleh nilai persentase lokus polimorfik dan indek keragaman Shannon's berturut-turut adalah 38.46% dan 0.1812.
5. Hutan Larangan Adat Rumbio dapat diusulkan sebagai sumber pasak bumi di masa depan.
6. Pengembangan teknik perbanyakan pasak bumi dapat dilakukan dengan biji dan dengan teknik kultur jaringan.

## 9.2. Saran

Kajian pasak bumi di hutan larangan adat ini sangat penting dilakukan terkait dengan kegiatan pemanfaatan dan konservasi pasak bumi ke depannya. Pengetahuan mengenai jenis pasak bumi yang ada, pola sebaran, dan tingkat keragaman genetiknya sangat diperlukan dalam rangka menyusun strategi konservasi pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio. Beberapa penelitian lanjutan masih diperlukan untuk menyusun strategi konservasi pasak bumi seperti mengetahui jarak penyebaran polen dari satu tanaman pasak bumi ke tanaman lain, sistem perkawinan dan jenis-jenis serangga yang membantu penyerbukannya, dan lain-lainnya. Kedepannya, berbagai kegiatan yang dapat meningkat kompetensi masyarakat di sekitar hutan larangan Rumbio juga perlu dirancang seperti pelatihan teknik budidaya tanaman pasak bumi dan tanaman lainnya, pengolahan atau ekstraksi bahan kimia dari tanaman yang berkhasiat obat dan lain-lainnya.

## **LAMPIRAN**

LAMPIRAN I

Blanko 1

FORMAT IDENTIFIKASI DAN DESKRIPSI SUMBER BENIH

KOP SURAT DINAS / BALAI

DATA POKOK SUMBER BENIH TANAMAN HUTAN

**A. UMUM**

1. Nomor Sumber Benih

Nomor Sumber Benih :

Nomor Sumber Benih Lokal :

2. Nama Sumber Benih :

3. Nama botani :

4. Nama daerah (lokal) :

5. Pemilik : Nama Institusi, Alamat, Telepon, Fax, E-mail

6. Petugas yang dihubungi : Nama petugas, Alamat, Telepon, Fax, E-mail

7. Luas sumber benih (ha) :

8. Tanggal penilaian :

9. Pelapor :

**B. LOKASI**

1. Batas wewenang administratif pemerintahan

Provinsi :

Kabupaten :

Kecamatan :

D e s a :

2. Batas wewenang administratif kehutanan

Unit - Dinas :

KPH – CDK :

BKPH Blok / Petak :

3. Informasi rinci lokasi : Uraikan bagaimana menuju lokasi

#### 4. Letak geografis

Lintang : ....o ... ' ...”s/d....o .. ‘ ...” LS/ LU

Bujur : ...o ... ‘ ...” s/d ....o . ‘ ...” BT

5. Tinggi tempat : ..... m dpl

### C. DESKRIPSI, EVALUASI, PERSETUJUAN

#### 1. Surat Keputusan

Nomor :

Tanggal :

#### 2. Keterangan hasil evaluasi dan persetujuan :

#### 3. Kelas Sumber Benih

Tegakan benih teridentifikasi :

Tegakan benih terseleksi :

Areal produksi benih :

Tegakan benih provenan :

Tegakan benih klon :

Kebun benih semai :

Kebun pangkas :

4. Hasil uji lokasi : (apabila sudah dilakukan)

### D. ASAL

#### 1. Sumber benih

Hutan alam :

Hutan tanaman :

#### 2. Jika hutan tanaman, sebutkan asal benih

Hutan alam :

Hutan tanaman :

Tidak ada informasi :

3. Sebutkan asal benih secara lengkap : Misalnya, nama sumber benih, zona benih, jumlah pohon induk, kriteria seleksi, jarak antar pohon induk (hutan alam), dsb.

4. Pemanfaatan Sumber benih diseleksi untuk apa ? (untuk konstruksi, getah, bubur kayu, kayu bakar, dsb.)

## **E. PRODUKSI BENIH**

### 1. Musim berbunga

Bulan : ..... - .....

Puncak berbunga Bulan : ..... - .....

### 2. Musim buah masak

Bulan : ..... - .....

Puncak buah masak Bulan : ..... - .....

### 3. Jumlah pohon per ha

### 4. Luas sumber benih : ..... ha

### 5. Jumlah pohon dalam sumber benih : ..... Batang

### 6. Perkiraan produksi benih: ..... Kg / Pohon / Tahun

### 7. Total produksi benih : ..... Kg / Tahun

### 8. Informasi lain produksi buah atau benih : .....

Produksi sebelumnya (tidak merata, tidak teratur, sedikit, banyak, dsb).

## **F. TEGAKAN**

### 1. Kondisi hutan : .....

Tinggi dan diameter rata-rata, kesehatan pohon, jarak tanam, jumlah pohon per ha (hutan tanaman), jarak antar pohon (hutan alam), pembukaan tajuk, dsb.

### 2. Tahun tanam : ..... Tahun tebang habis : .....

### 3. Status pengamanan : Aman, rawan, terancam, keterangan lain.

### 4. Jalur isolasi : (Jarak dan arah terhadap tegakan yang sama jenisnya.

### 5. Keterangan lain : Kegiatan khusus untuk meningkatkan produksi atau perlindungan

## **G. EKOLOGI**

### 1. Kondisi lahan

Topografi : [ ] Terjal, [ ] Landai, [ ] Datar, [ ] Bervariasi

Arah lereng :

Jenis dan Tekstur Tanah :

Kedalaman Tanah

Drainase Tanah

Bonita Tanah

PH Tanah

I k l i m Type

2. Stasiun meteorologi terdekat

Nama stasiun :

Nomor : ....

Letak geografis Lintang : .....o ..... ' ..... " LS / LU

Bujur : .....o ..... ' ..... " BT

Data iklim :

Curah Hujan (mm) :

S u h u (o C) :

Penguapan (mm) :

Kelembaban (%) :

**H. REKOMENDASI**

Kota....., .....

MENGETAHUI,

PEMILIK SUMBER BENIH

PELAKSANA

Ketua : .....

Anggota: 1.

2.

dst

.....





## BIODATA PENULIS



Zulfahmi, dilahirkan di Pulau Tengah, Kampar-Riau pada tahun 1979. Penulis memulai pendidikan formalnya di SD Negeri 003 Sawah, Kecamatan Kampar, dan selesai pada tahun 1992. Penulis kemudian melanjutkan sekolah di SMPN Santul, lulus pada tahun 1995, dan pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di SMUN 2 Kampar. Pada tahun 1998, penulis menamatkan pendidikan SMU dan melanjutkan pendidikan di Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui Jalur USMI, dan berhasil meraih gelar Sarjana Kehutanan (S.Hut) pada tahun 2002.

Tahun 2003 penulis mengambil Program Magister di institusi yang sama pada Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Pada tahun 2005 penulis berkesempatan mengikuti M.Sc Student Training on "Molecular Genetic Marker" at Institute of Forest Genetic and Tree Breeding, University of Goettingen, Jerman selama lima bulan yang didanai oleh AUNP (Asean-European Union National Program), dan kemudian kembali ke Indonesia, berhasil meraih gelar Magister Sain (M.Si) pada tahun 2006 dari IPB.

Setelah menyelesaikan program Magister, penulis diterima bekerja sebagai Tree Improvement Expert di Rumpin Seed Source and Nursery Center, lembaga yang dibentuk melalui Kerjasama antara Korean International Cooperation Agency (KOICA) dengan Ministry of

Forestry of Republic Indonesia. Pada tahun 2007 akhir, penulis diterima sebagai dosen di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim (UIN Suska) Riau sampai sekarang. Matakuliah yang diajarkan oleh penulis di UIN Suska Riau adalah Genetika tanaman, Pemuliaan Tanaman, Bioteknologi Tanaman, Kultur Jaringan dan Keanekaragaman Hayati. Bidang penelitian utama yang selama ini dilakukan oleh penulis adalah Genetic dan Pemuliaan Tanaman yang meliputi identifikasi tanaman secara morfologi dan menggunakan penanda molekuler, konservasi sumberdaya genetik serta peningkatan produktifitas tanaman melalui pemuliaan tanaman.

Penulis telah menulis beberapa artikel yang dimuat di jurnal internasional maupun nasional terakreditasi. Disamping itu, penulis juga telah menulis buku: Genetika Tanaman; Keanekeragaman Hayati dan ini adalah buku ketiga. Penulis juga aktif dalam organisasi profesi, saat ini sebagai sekretaris Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Komisariat Daerah Provinsi Riau (2014-2016) dan penulis juga tergabung dalam organisasi Masyarakat Biodiversitas Indonesia (MBI).

# KERAGAMAN PASAK BUMI DI HUTAN LARANGAN ADAT RUMBIO

***Ghimbo langhangan*** atau hutan larangan adat Kenegerian Rumbio merupakan salah satu tanah ulayat yang dikelola oleh masyarakat adat Kenegerian Rumbio dan telah diakui keberadaannya oleh Pemerintah Kabupaten Kampar. Buku ini akan membahas secara komprehensif mengenai hutan larangan adat Rumbio yang belum banyak diungkap, baik dari potensi ekologi, flora dan fauna yang tersimpan di dalamnya, maupun aspek pengelolaan hutan larangan adat ini.

Tanaman pasak bumi adalah salah satu tumbuhan obat potensial dan bernilai ekonomi tinggi yang banyak tumbuh di hutan larangan adat Rumbio. Ada dua jenis pasak bumi di hutan larangan adat ini, yaitu pasak bumi jantan dan pasak bumi betina, kedua jenis pasak bumi ini berbeda secara morfologi.

Analisis tingkat kepadatan, pola sebaran dan tingkat keragaman pasak bumi di hutan larangan adat Rumbio juga didiskusikan dalam buku ini. Langkah-langkah menjadikan hutan larangan adat sebagai sumber benih pasak bumi di masa depan dan teknik perbanyakan juga diuraikan dalam buku ini.

